



التلوث البترولى

Petroleum Pollution

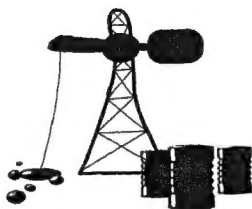


الملوثات البترولية
التأثيرات البيئية والصحية
طرق التحكم والسيطرة



مركز تطوير
الأداء والتنمية

دكتور
أحمد السروى



التلوث البترولي

Petroleum Pollution

الملوثات البترولية
التأثيرات البيئية والصحية
طرق التحكم والسيطرة

كتب عربي
الطبعة الأولى ١٩٨٠

رقم التسجيل ٨
د. أحمد السروي

مركز تطوير الأبحاث والتنمية

153 شارع جسر السويس - مصر الجديدة

ت : 26363887 - 26382228 : فاكس 26398677

E-mail: dpicmoh@yahoo.com

dr.mohamed@dpicegypt.com

DPIC Bookstore:books@dpicegypt.com

Site:http://www.dpicegypt.com

جميع الحقوق محفوظة للمؤلف

2010 -2011

رقم الإيداع بدار الكتب

2010 / 5539

رقم الإيداع الدولي *ISBN*

978-977-6344-18-4

تحذير

يحذر نقل أو اقتباس أو تصوير أي جزء من الكتاب إلا بعد الرجوع للمؤلف

إهداء

إلى أبي وأمي اللذين كانا سبباً في وجودي ولم
يدخرا جهداً في إسعادي،

وأدين لهما بكل فضل في حياتي بعد الله سبحانه
وتعالى،

وأتمنى لهما من قلبي موفور الصحة والعافية.

أهدي هذا الكتاب

المؤلف

مقدمة الكتاب

لقد تغير نمط الحياة على الأرض وأصبحت البشرية تعتمد على البترول ومشتقاته في مناحي الحياة كاعتمادها عليه في توفير الطاقة اللازمة للتصنيع واللازمة لمختلف أوجه الحياة على الأرض، وفي توفير الغذاء والدواء، وفي تلبية حاجات الإنسان المتزايدة من الطاقة مما جلب مع هذا التغير مخاطر كثيرة تهدد صحة الإنسان والبيئة ومصادر الحياة (الماء، الهواء والتربة) بفعل تعمق مخاطر تلوث البيئة نتيجة الاستخدام المفرط لمصادر الطاقة ومنها البترول.

وللبترول تأثير ملحوظ على الناحية البيئية والاجتماعية، وذلك من الحوادث والنشاطات الروتينية التي تصاحب إنتاجه وتشغيله، مثل الانفجارات الزلزالية أثناء إنتاجه، الحفر، تولد النفايات الملوثة. كما أن استخراج البترول عملية مكلفة وأحياناً ضارة بالبيئة، بالرغم من أن (العلماء أشاروا إلى أن أكثر من 70% من الاحتياطي العالمي يصاحبه ترشحات كبيرة وتسربات عديدة للبيئة المحيطة المتمثلة في الهواء والماء والتربة إلا أنهم أكدوا في الوقت نفسه إمكانية التحكم في الأضرار البيئية أثناء استخراجه وتكريره ونقله واستهلاكه، وتم العثور على العديد من حقول البترول نتيجة للتسريب الطبيعي. كما أن استخراج البترول بالقرب من الشواطئ يزعج الكائنات البحرية ويؤثر على بيئتها. وقد يتضمن استخراج البترول الكسح الذي يحرك قاع البحر مما يقتل النباتات البحرية التي تحتاجها الكائنات البحرية للحياة. وجدير بالإشارة أن نفايات الزيت الخام والوقود المقطر التي تتناثر من حوادث ناقلات البترول قد أثرت على البيئة المائية ولوثتها تلويثاً شديداً وأضررت بالكائنات الحية فيها. كما أنها أثرت على العلاقة التبادلية بين الكائنات الحية بموت أحد هذه الكائنات وانقراضها في العديد من دول ومناطق العالم مثل ألاسكا، جزر جالاباجوس وأسبانيا، وعديد من الأماكن الأخرى.

ويُسبب حرق البترول مثل أنواع الوقود الحفري الأخرى، في انبعاث ثاني أكسيد الكربون للغلاف الجوي والعديد من الانبعاثات الغازية الضارة

كالغازات الكبريتية والنيتروجينية والهيدروكربونات والجسيمات، وهو ما يعتقد أنه يساهم في ظاهرة السخونة العالمية ويساهم في جميع مظاهر التلوث البيئي المحيط بنا.

والبتروئل سائل يتكون من الهيدروكربونات وكذلك نسبة صغيرة من الكبريت والأوكسجين والنيتروجين، تتكون وتتجمع في باطن الأرض وتظل في مكانها إلى أن تخرج إلى سطح الأرض، بفعل العوامل الطبيعية كالشقوق - الفوالق أو الكسور الأرضية أو يستخرجها الإنسان من خلال عمليات التنقيب وحفر الآبار.

يوجد البترول في الطبيعة إما في حالة صلبة أو شبه صلبة كعروق الإسفلت، أو يوجد في حالة سائلة كخام البترول، أو في حالة غازية كالغازات الطبيعية. يتنوع إنتاج حقول البترول ومنها ما ينتج خام البترول مختلطاً بقليل من الغازات الطبيعية، ومنها ما ينتج أساساً من الغازات الطبيعية مع قليل من خام البترول أو بدونه كحقول الغازات الطبيعية.

ويعد البترول أحد أهم أنواع الوقود المستخدم في الحياة حيث يستخدم كوقود النقل لمحركات السيارات والشاحنات، والمركبات، والآلات الأخرى، والطائرات، والزوارق الآلية، والجرافات، وجزارات العشب. ويطلق على البترول في بعض الأحيان اسم الجازولين.

ويستخدم البترول على نطاق واسع في الأعوام الأولى من القرن العشرين، خاصة عندما بدأ الإنتاج الكبير للسيارات. فقد مكنت السيارات التي تعمل بالبترول الناس من الانتقال بسهولة أكبر. فلم يعد الناس يقيمون بالقرب من أعمالهم. واستطاعوا الوصول إلى الأماكن البعيدة لقضاء العطلات بسرعة أكبر. كما مكنت الآلات الزراعية التي تعمل بالبترول الناس من زيادة إنتاج المحاصيل.

وأدى ازدياد استخدام البترول مع مرور السنين كمصدر للطاقة وما يستخرج منه من منتجات صناعية إلى قيام صناعات عملاقة توظف ملايين الناس. إلا أن استخدام البترول بكميات كبيرة في الحياة كانت لها آثار جانبية سيئة على البيئة مثل الماء والهواء والتربة.

ونظراً لاحتواء البترول على العديد من المركبات الهيدروكربونية فإن

حرق المنتجات البترولية كوقود في محركات السيارات ووحدات توليد الطاقة المختلفة يؤدي إلى انبعاث العديد من الملوثات الكيميائية متمثلة في الأحاسيد الغازية المختلفة وأبخرة العناصر الثقيلة والجسيمات والأبخرة الضارة التي تؤثر على صحة الإنسان والحيوان والنبات في بيئتنا. كما يحتوي البترول الخام على مواد سامة مثل الكبريت الرصاص وغيرها وهذه المواد تشكل خطراً كبيراً على البيئة بمناطق الإنتاج، التكرير والتوزيع، وكذلك عبر خطوط النقل المختلفة، مما يستلزم منا العمل على الأقل من التأثيرات البيئية والصحية لصناعة البترول، وهذا يتأتى بالفهم العميق لطبيعة التلوث البيئي بالبترول والمنتجات البترولية خلال مراحل استخراج وتصنيع وتكرير ونقل واستهلاك البترول. وهذا ما يهدف إليه هذا العمل.

وكان الدافع إلى إعداد هذا الكتاب هو إعطاء صورة علمية وعملية واضحة لمخاطر التلوث البترولي والمخاطر البيئية والصحية لصناعة البترول، معطياً أمثلة تطبيقية للتحكم والسيطرة على هذا التلوث وطرق وأساليب مكافحته والحد من مخاطره. ويتناول هذا الكتاب موضوع هام وهو التلوث البترولي محققاً الأهداف المرجوة منه من خلال:

- شرح مفهوم التلوث البيئي والملوثات البيئية والتلوث البترولي للماء والهواء والتربة.
- شرح الملوثات البترولية كالملوثات البترولية الغازية والسائلة والصلبة والمخلفات البترولية الخطرة.
- شرح التلوث الناتج عن مراحل الصناعة البترولية المختلفة كالاستكشاف والاستخراج والإنتاج والتكرير والنقل والتخزين والاستهلاك.
- توضيح التأثيرات البيئية والصحية للملوثات البترولية.
- شرح طرق وأساليب وإجراءات التحكم والسيطرة على التلوث البترولي.
- وقد تم إعداد الكتاب في خمسة فصول هي:

الفصل الأول: التلوث البيئي والبتروول.

الفصل الثاني: الملوثات البترولية.

الفصل الثالث: التلوث الناتج عن مراحل الصناعة البترولية.

الفصل الرابع: التأثيرات البيئية والصحية للملوثات البترولية.

الفصل الخامس: التحكم والسيطرة على الملوثات البترولية.

الفصل الأول: يتناول موضوع التلوث البيئي من خلال توضيح مفهوم البيئة وأجزائها وأقسامها المختلفة، ثم يتناول بالشرح مفهوم التلوث البيئي والملوثات البيئية وتصنيفها، ويستعرض التلوث البترولي للهواء والماء والتربة.

الفصل الثاني: يتحدث بالتفصيل عن الملوثات البترولية والتي تشمل الملوثات البترولية الغازية والسائلة والصلبة والمخلفات البترولية الخطرة والتي من أهمها المخلفات الخطرة الناتجة عن عمليات تكرير البترول.

الفصل الثالث: يشمل موضوع التلوث الناتج عن مراحل الصناعة البترولية مثل التلوث الناتج عن استكشاف واستخراج وإنتاج ونقل وخزن وتصدير وتكرير البترول الخام والتلوث الناتج عن استهلاك المنتجات البترولية؛ بالإضافة إلى التلوث الناتج عن صناعة الغاز.

الفصل الرابع: وهو خاص بشرح التأثيرات البيئية والصحية للملوثات البترولية، فيتناول التأثيرات البيئية للتلوث البيئي بالبترول مثل التغيرات المناخية العالمية وانهلال طبقة الأوزون والأمطار الحامضية، ويبين التأثيرات الصحية لملوثات الهواء والماء والتربة البترولية، والأخطار الصحية للمقيمين بالقرب من المنشآت البترولية، ومبيناً أهم الملوثات الضارة المنبعثة في مصافي تكرير البترول وتأثيراتها الصحية والبيئية بالإضافة لموضوع هام وهو الوقاية من مخاطر صناعة البترول.

الفصل الخامس: وهو يتناول إجراءات التحكم والسيطرة على التلوث البترولي مثل الإجراءات الوقائية لمنع التلوث البترولي والعلاجية التي تشمل السيطرة على التلوث البترولي. مبيناً طرق وأساليب وعمليات معالجة الملوثات والمخلفات الخطرة البترولية، والسيطرة على الملوثات

البترولية للهواء والماء والتربة.

ونأمل الآن أن نكون قد ألقينا ضوءاً على الهدف الذي من أجله اخترنا أن نكتب في موضوع التلوث البترولي، أنه دعوة يحدد الإنسان من خلالها موقعه ودوره في البيئة وتوضيح جهده في سبيل حمايتها من أكبر خطر يتهدها وهو التلوث، متناولين في كتابنا أحد أهم أنواع التلوث البيئي وهو التلوث البترولي.

وأني أرجو من الله عز وجل أن يجد العاملين في قطاع البترول وحماية البيئة من مهندسين وكيميائيين وفنيين ومشغلين ما يعينهم على الحفاظ على بيئتهم نظيفة آمنة وأن يكون عوناً لهم في تجنب المخاطر الصحية المتعلقة بهذه الصناعة.

كما أتمنى أن يجدوا في هذا الكتاب جهد متواضع يساهم في رفع مستوى مشاريع حماية البيئة داخل وخارج المنشآت البترولية في مصر والعالم العربي.

كما أرجو الله سبحانه وتعالى أن يكون كتابي هذا إسهاماً متواضعاً في نشر الاهتمام بالعلم في بلادنا؛ حيث إن المكتبة العربية بحاجة ماسة إلى مصادر علمية تجذب القارئ للاستزادة والتوسع في العلوم الأساسية والعلوم التطبيقية الخاصة بالبيئة، وكما أرجو أن يكون حافزاً لمزيد من إصدار ونشر كثير من الكتب العلمية والتراجم باللغة العربية إسهاماً منا في نشر الثقافة العلمية في بلادنا التي هي في أمس الحاجة للتقدم العلمي والتقني.

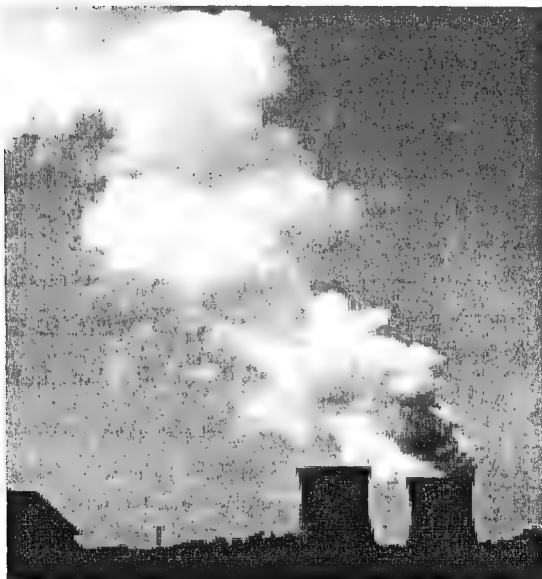
ما وفقت فيه فمن الله العليم الخبير وما لم أوفق فيه فمن نقصير نفسي، ومن قلة علمي.

اللهم علمنا ما ينفعنا وانفعنا بما علمتنا وزدنا علماً.

والأعمر (السروي)

الفصل الأول

التلوث البيئي والبتروول



الفصل الأول

التلوث البيئي والبترول

أولاً... البيئة كمفهوم.

ثانياً... أجزاء البيئة وأقسامها.

ثالثاً... مفهوم تلوث البيئة.

رابعاً... حماية البيئة.

خامساً... تصنيف الملوثات البيئية.

سادساً... أنواع التلوث.

سابعاً... التلوث البترولي للهواء.

ثامناً... التلوث البترولي للماء.

تاسعاً... التلوث البترولي للتربة.

مقدمة

لقد حظى موضوع البيئة والدراسات البيئية باهتمام المتخصصين والرأي العام في العقدين الأخيرين في نطاق دول العالم الثالث والدول المتقدمة، وآثرت الموضوعات والدراسات التي تناولت قضايا البيئة ومشكلاتها، وبخاصة بعد أن أخذت الموارد الطبيعية في النضوب والاستنزاف، وباتت التربة والهواء والماء والمواد الغذائية ملوثة بأنواع شتى من المواد الكيميائية والسموم التي تنفثها في كل ثانية كبرى المصانع والمنشآت النووية وحركات وسائل المواصلات والنشاطات البشرية في التنقيب عن المعادن، والاستكشافات والتطور التكنولوجي، وهذا الأمر أسهم بدور كبير في زيادة الأمراض وفساد مكونات البيئة؛ إضافة إلى انقراض العديد من أنواع الحيوانات والنباتات التي تشاركنا الحياة على سطح الأرض.

أصبح التلوث كمشكلة بيئية من المشكلات التي حظيت فجأة باهتمامات الدول في نهاية القرن الماضي، والحقيقة أن التلوث كظاهرة بيئية موجودة منذ أن وجد الإنسان على سطح الأرض؛ إذ إن التلوث عمل بشري بالدرجة الأولى، ولكنه ظل محدوداً ولم يصل إلى حد المشكلة، حتى احتلت الصناعة المدعمة بالتفوق التكنولوجي قمة الأنشطة الحرفية التي سعى الإنسان من خلالها فرض سيطرته على بيئته.

يعتبر البترول أهم العوامل المسببة للتلوث في البيئة في العديد من دول العالم كما هو الحال لبقية الدول العربية وغير العربية المطلة على الخليج العربي والبحرين الأبيض والأحمر، ونظراً لأن البترول المورد الطبيعي الرئيسي لاقتصاد كثير من الدول العربية، فإنه تبعاً لذلك أضحت هذه الدول خاصة دول مجلس التعاون الخليجي من أسرع المناطق نمواً في العالم، وهنا تكمن خطورة التلوث بالبترول كون الأنظمة البيئية ذات قدرة محدودة على استيعاب الملوثات البيئية وذات قدرة قليلة على الامتصاص أو لفظ الحجم

المتزايد من النفايات الصناعية والمخلفات البترولية ونفايات المدن وغيرها.

أيضاً مع زيادة إنتاج البترول وتصديره فإن المسطحات المائية التي تمر من خلالها ناقلات البترول تصبح ملوثة، إما عن طريق الحوادث التي تتعرض لها تلك الناقلات مما يؤدي إلى تسرب البترول أو عمليات التنقيب.

وقد يتبخر البترول من صهاريج البترول والغاز الطبيعي والمنتجات البترولية وتنتقل إلى الجو ثم تسقط في البحر أو في النهر أو في البحيرة مع مياه الأمطار؛ فتؤدي إلى تلوث مائي أو تسقط تلك الأمطار على التربة مسببة تلوث أرضي.

أولاً... البيئة كمفهوم

في السنوات الأخيرة شاع استخدام لفظة البيئة وكثيراً ما أفرط الناس في استخدامها، فكثيراً ما نسمع البيئة الثقافية والبيئة الاجتماعية والبيئة الحضرية والبيئة المائية وبيئة العمل..... إلى آخره من الاستخدامات الشائعة، حتى يظن البعض أن هذه الكلمة ترتبط بجميع الحياة.

وبالرغم من ذلك فإن المفهوم الدقيق لهذه الكلمة لا يزال غامضاً للكثيرين، لاسيما أنه ليس هناك تعريف واحد محدد يبين ماهية البيئة، ويحدد مجالاتها المتعددة.

كما قد يقصد بالبيئة مجازياً أولئك الناس الذين يعيشون فيها. كما يمكن أن يعني بالبيئة كافة المخلوقات والأشياء التي تشاركنا المواضع والأماكن التي نعيش فيها، كالحوانات والنباتات والهواء والماء والصخور.

أما البيئة في المعاجم الإنجليزية (Environment) فهي تعني مجموعة العوامل والظروف والمؤثرات الخارجية التي لها تأثير في حياة الكائنات (بما فيها الإنسان) كما يمكن تعريف البيئة بأنها الوسط أو المكان الذي يعيش فيه الكائن الحي أو غيره من المخلوقات وهي تشكل في معناها مجموعة الظروف والعوامل التي تساعد الكائن الحي على بقاؤه وداوم

حياته. والبيئة لفظ دارج شائع الاستخدام يرتبط مفهومها بنوع العلاقة بينها وبين المستفيد منها من الكائنات الحية، فرحم الأم بيئة، كما أن البيت بيئة، واليابسة والأنهار والبحار بيئة، والأزهار والغابات والأشجار بيئة وكل ما يحيط بالكائن الحي ويستمد منه ضرورات حياته بيئة.

ثانياً... أجزاء البيئة وأقسامها

❖ البيئة بمفهومها الواسع يمكن تقسيمها إلى الأقسام التالية:

1- البيئة الطبيعية.

2- البيئة الصناعية.

3- البيئة الاجتماعية.

4- البيئة الاقتصادية.

5- البيئة الجمالية.

1- البيئة الطبيعية وتتضمن كل من:

- الأرض بما في ذلك
 - الشكل الخارجي لسطح الأرض.
 - التربة (مكوناتها- خصائصها المختلف - مواردها الحية والغيرية).
 - التكوين الجيولوجي بما في ذلك من المياه الجوفية والمحتوي المعدني.
- المسطحات المائية (بما في ذلك من بحار ومحيطات وأنهار وبحيرات) وما تحويه من كائنات حية.
- الغطاء النباتي (حجمه ونوعيته وكثافته) والحيوانات البرية.
- المناخ(الأمطار والرياح واتجاهاتها وشدتها - معدلات الحرارة- الرطوبة وغيرها).

2 - البيئة الصناعية وتشتمل على

▪ استعمالات الأراضي المحيطة

- نوعية الاستعمال (سكني - صناعي - تجاري - خدمات).
- الكثافة السكانية في المناطق.
- نوع المباني (ارتفاعها - تصميمها) وكثافتها.

▪ البنية التحتية والخدمات العامة:

- إمدادات المياه من حيث النوعية والكمية.
- إدارة النفايات الصلبة والسائلة.
- تصريف مياه الأمطار والمجاري.
- مصادر الطاقة المستخدمة (فحم حجري - كهرباء - طاقة ذرية - نفط خام - غاز طبيعي - طاقة رياح - طاقة شمسية).
- الخدمات العامة (النقل - الطرق - أماكن انتظار السيارات - المطارات).

▪ مستوى تلوث الهواء

- نوع وحجم الملوثات الهوائية.
- الظروف الخاصة بالموقع (المناخ السائد - التضاريس).
- مصادر تلوث الهواء في المنطقة.
- مدى ودرجة انتشار الملوثات الهوائية.

▪ على مستوى تلوث المياه

- مصادر المياه الجوفية والسطحية في المنطقة ونوعيتها.
- استعمال ونقل المبيدات والأسمدة وأنواعها.
- طرق صرف ومعالجة المياه المستخدمة وإعادة الاستخدام والتدوير.
- طرق ومناطق معالجة النفايات الصلبة.

■ على مستوى الضوضاء

- مصادر الضوضاء في المنطقة (حركة السير - مطارات - سكة حديد - طرق برية).
- كثافة ونوع مصادر الضوضاء في المنطقة.
- مدى تأثير الضوضاء على البيئة المحيطة.

3- البيئة الاجتماعية وتشتمل على:

■ الخدمات الاجتماعية العامة ومنها:

- مواقع المدارس ومعدل استيعابها وأنواعها.
- المتنزهات والخدمات الترفيهية والترفيهية.
- الخدمات الصحية - الدفاع المدني - الشرطة.

■ مناطق العمل والتجارة.

■ الخصائص الاجتماعية للسكان.

- أماكن تجمعهم ونشاطهم وإدارتهم.
- كثافة السكان وتوزيعهم.
- ظروف الإسكان.

4- البيئة الاقتصادية وتشتمل على:

- العمل والبطالة.
- مستوى الدخل وطبيعة ونوعية الاستهلاك.
- الطبيعة الاقتصادية للمنطقة.
- أسعار السلع والخدمات.

5- البيئة الجمالية وتشمل:

- المباني التاريخية والاثريّة واماكن التراث الوطني.
- الصفات المعمارية للمباني.
- المناظر الطبيعية الجميلة.

ويشكل المحيط أو الإطار الحيوي الذي تعيش وتتفاعل فيه الكائنات الحية المختلفة نظاماً متوازناً يتكون من تداخل أو تفاعل أغلفة الكرة الأرضية، وهي الغلاف الغازي والغلاف المائي والغلاف الصخري وغلاف التربة.

ثالثاً... مفهوم تلوث البيئة

هو عبارة عن الحالة القائمة في البيئة الناتجة عن التغيرات المستحدثة فيها والتي تسبب للإنسان الإزعاج أو الأمراض أو الضرر أو الوفاة بطريقة مباشرة، أو عن طريق الإخلال بالأنظمة البيئة وتعرف مسببات التلوث بالملوثات وتعرف الملوثات بأنها المواد أو الميكروبات التي تلحق الضرر بالإنسان أو تسبب الأمراض أو تؤدي به إلى الإحلال، والتعريف الحديث للتلوث يشمل على كل ما يؤثر على جميع عناصر بما فيها من نبات وحيوان وإنسان وكذلك ما يؤثر في تركيب العناصر الطبيعية غير الحية مثل (الهواء والتربة والبحيرات والبحار).

وأيضاً يعرف التلوث بأنه أي تغير يؤدي حدوث خلل في دورات المواد الطبيعية الموجودة في الأرض أو خلل في تدفقات الطاقة المتداخلة مع دورات المواد والمتفاعلة معها.

التعريف الشامل للتلوث

التعريف الشامل للتلوث يشمل كل النقاط التالية:

- أي تغيير فيزيائي أو كيميائي أو بيولوجي مميز يؤدي إلى تأثير

ضار على الهواء أو الماء أو الأرض أو يضر بصحة الإنسان والكائنات الحية الأخرى، وكذلك يؤدي إلى الإضرار بالعملية الإنتاجية كنتيجة للتأثير على حالة الموارد المتجددة.

■ هو تدمير أو تشويه النقاء الطبيعي لكائنات حية أو لجمادات بفعل عوامل خارجية منقولة عن طريق الجو أو المياه أو التربة.

■ هو كل تغيير كمي أو كيميائي في مكونات البيئة الحية أو غير الحية لا تقدر الأنظمة البيئية على استيعابه دون أن يختل اتزانها.

■ هو كل ما يؤدي نتيجة التكنولوجيا المستخدمة إلى إضافة مادة غريبة إلى الهواء أو الماء أو الغلاف الأرضي في شكل كمي تؤدي إلى التأثير على نوعية الموارد وعدم ملائمتها وفقدانها خواصها أو تؤثر على استقرار تلك الموارد.

■ هو إدخال أي مادة غير مألوفة إلى أي من الأوساط البيئية، وتؤدي هذه المادة الدخيلة عند وصولها لتركيز ما إلى حدوث تغيير في نوعية وخواص تلك الأوساط.

إدخال مواد أو طاقة بواسطة الإنسان سواء بطريق مباشر أو غير مباشر إلى البيئة بحيث يترتب عليها آثار ضارة من شأنها أن تهدد الصحة الإنسانية، أو تضر بالموارد الحية أو بالنظم البيئية أو تنال من قيم التمتع بالبيئة أو تعوق الاستخدامات الأخرى المشروعة لها.

رابعاً... حماية البيئة

هي المحافظة على مكوناتها وخواصها وتوازنها الطبيعي ومنع التلوث أو الإقلال منه أو مكافحته، والحفاظ على الموارد الطبيعية وترشيد

استهلاكها وحماية الكائنات الحية التي تعيش فيها، خاصة المهددة بالانقراض، والعمل على تنمية تلك المكونات والارتقاء بها.

1. أهداف حماية البيئة والمحافظة عليها

- معالجة التلوث الناتج عن أنشطة الإنسان المختلفة إلى درجة يمكن للبيئة من استعادة قدرتها على التنقية الذاتية.
- تقليل استنزاف الموارد الطبيعية عن طريق إيجاد وسائل تقنية جديدة وإعادة الاستفادة من الموارد والبحث عن موارد بديلة.
- المحافظة على النباتات والحيوانات البرية وصيانة التنوع البيولوجي.
- المحافظة على رفع إنتاجية الأراضي الزراعية والأراضي الرعوية وذلك بالحد من التوسع العمراني وإنشاء الطرق في الأراضي الزراعية الجديدة.
- تحميل مسيبي التلوث مسؤولية فعلهم وإلزامهم بمعالجة وإزالة التلوث الناتج عن فعلهم.
- توعية المواطن بأهمية حماية البيئة وإقناعه بأنها ليست مسؤولية الدولة فقط بل مسؤوليته هو أيضاً.
- اتباع أساليب التخطيط البيئي والإدارة البيئية السليمة في جميع الأنشطة البشرية.
- تبادل المعلومات والخبرات والأبحاث بين دول العالم في مجال البيئة.
- استخدام مصادر بديلة للطاقة للحد من استنزاف البترول والفحم الحجري والطاقة النووية.
- استعمال المواد الكيميائية القابلة للتحلل في البيئة بسهولة بحيث لا تتراكم فيها.

2. آليات حماية البيئة من التلوث

للمحافظة على البيئة وحمايتها من التلوث هناك الكثير من الوسائل والآليات يجب اتباعها، وتتلخص عمليات المحافظة على البيئة في الآتي:

- المحافظة وإدارة الموارد الطبيعية.
- حماية الغلاف الجوي.
- الإدارة المستدامة للموارد الأرضية.
- مكافحة القطع الجائر للغابات.
- مكافحة التصحر والجفاف.
- التنمية المستدامة للمناطق الجبلية.
- التنمية الزراعية المستدامة، والتنمية الريفية.
- المحافظة على التنوع الإحيائي.
- الإدارة البيوتكنولوجية.
- حماية وإدارة المحيطات.
- حماية وإدارة المياه العذبة.
- الاستخدام الآمن للمواد الكيماوية.
- إدارة المخلفات الخطرة.
- إدارة النفايات الصلبة والمياه المستخدمة.
- التحكم في نفايات الإشعاع الذري.

خامساً... تصنيف الملوثات البيئية:

يمكن تقسيم المواد الملوثة للبيئة تبعاً لطبيعة المادة سواء من حيث التركيب الكيميائي أو حالة المادة ويمكن تقسيمها وفقاً للصفات الطبيعية والكيميائية للملوثات أو تبعاً للنظام البيئي المعرض للتلوث أو وفقاً لمصدر التلوث أو نظام استخدام الملوث أو التأثيرات الضارة للملوثات على النظام البيئي.

تقسيم الملوثات طبقاً لطبيعتها Classification by nature

1- التركيب الكيميائي

- الملوثات العضوية مثل الهيدروكربونات والكيثونات والكحولات.
- الملوثات الغير عضوية مثل أكاسيد الكبريت والنتروجين والهالوجينات وعوامل الأكسدة.

2- الحالة الطبيعية للملوث

- ملوثات غازية.
- ملوثات سائلة.
- ملوثات صلبة.

تقسيم الملوثات طبقاً لصفاتها Classification by Properties

- 1- القابلية للذوبان في الماء والزيوت والدهون.
- 2- التحلل البيولوجي بفعل الكائنات الحية الدقيقة.
- 3- معدل الانتشار والتخفيف داخل المنظومات البيئية.
- 4 - الثبات في الهواء والماء والترربة.
- 5- قابليتها للتفاعل مع غيرها من المواد.

التقسيم تبعاً لنوع النظام البيئي

Classification by Sector of Environment

1. ملوثات هوائية.
2. ملوثات مائية.
3. ملوثات التربة.

تقسيم الملوثات طبقاً لمصدر التلوث

Classification by Source

- 1- نواتج احتراق الوقود
 - مصادر منزلية
 - مصادر صناعية
 - مصادر زراعية
- 2- نواتج ذات أصول صناعية وتقسّم وفقاً لنوع الصناعة (مثل صناعة البلاستيك والنسيج والأسمنت والأسمدة وصهر المعادن...)
- 3- نواتج خدمية ومنزلية مثل نفايات المعامل - نفايات المستشفيات - نفايات المنزل.
- 4- نواتج ذات أصول زراعية مثل المخلفات الزراعية ومخلفات الماشية والحيوانات الزراعية - مخلفات الأسمدة العضوية ومتبقيات المبيدات.
- 5- نواتج الأنشطة العسكرية والحربية.
- 6- نواتج أنشطة الكائنات الدقيقة الحية كالبكتيريا والفطريات والطحالب.

التقسيم تبعاً لنمط الاستخدام

Classification by pattern of use

1. الاستخدامات في الصناعة مثل المواد الأولية - المذيبات - المثبتات - الملونات - المواد الحافظة - مواد التشحيم - المواد الملينة.
2. الاستخدامات في المنزل والمستشفيات مثل المنظفات - مواد الطلاء - المظهرات - المبيدات الكيماوية المنزلية.

3. الاستخدامات في الزراعة الأسمدة - المبيدات - المخصبات - المعقمات.

4. الاستخدامات في النقل الوقود - مواد التشحيم - مواد الدهانات والجلفنة - مواد التنظيف.

5. الاستخدامات في الحروب والعمليات العسكرية.

التقسيم تبعاً للآثار الناتجة Classification by Effects

1. ملوثات تؤثر على الإنسان.
2. ملوثات تؤثر على الحيوان.
3. ملوثات تؤثر على النبات.
4. ملوثات تؤثر على مكونات الجو مثل طبقة الأوزون.
5. ملوثات تؤثر على العمليات الحيوية الطبيعية في الماء.
6. ملوثات تؤثر على خواص التربة الطبيعية والكيميائية.

تقسيم التلوث تبعاً لدرجة التلوث

1. التلوث المقبول.
2. التلوث الخطر.
3. التلوث المدمر.

كما يمكن تقسيم الملوثات على أساس خواص مكوناتها الى الانقسام التالية:

- 1- ملوثات طبيعية.

2- ملوثات صناعية.

3- ملوثات فيزيائية.

4- ملوثات كيميائية.

5- ملوثات حيوية (بيولوجية).

1- ملوثات طبيعية

وهي الملوثات التي لا يتدخل الإنسان في إحداثها، مثل الغازات والأبخرة التي تتصاعد من البراكين أو تأثير الانفجارات الشمسية على اضطرابات الطقس، أو احتراق الغابات بشكل طبيعي جراء ارتفاع الحرارة، أو انتشار حبوب اللقاح في الجو، أو الفيضانات الشديدة الجارفة، أو انتشار الأوبئة الميكروبية.

2- ملوثات صناعية

وهي الملوثات التي استحدثها الإنسان من خلال نشاطه الصناعي، كالغازات والأبخرة والمواد الصلبة والصرف السائل المتولد من المصانع وأيضاً المخلفات الناتجة من أنشطة الناس وحياتهم.

3- ملوثات فيزيائية

كالضوضاء والإشعاع الذري والتلوث الحراري الذي ينتج من استخدام كميات كبيرة من مياه التبريد في محطات توليد القوى، ثم إعادتها إلى البيئة المائية مما يسبب تلوثاً حرارياً لتلك البيئات.

4- ملوثات كيميائية

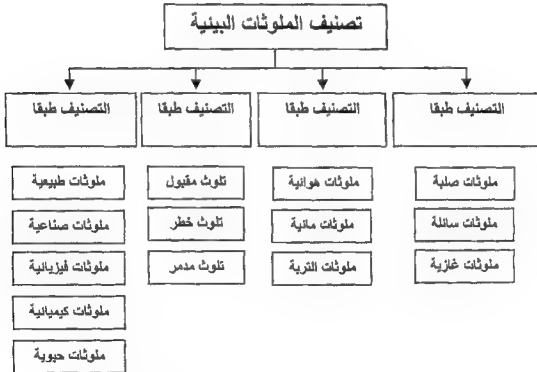
وهي المواد الكيميائية التي يتعامل معها الإنسان كالمبيدات بأنواعها المختلفة والمنظفات الصناعية، والأسمدة الكيماوية، ونواتج الصناعات

البترولية، وصناعات الغزل والنسيج، وصناعات الحديد والصلب وغيرها.

5- ملوثات حيوية (بيولوجية)

وهي الكائنات الحية التي تنتشر في البيئات المختلفة مسببة أضرار خطيرة بصحة الإنسان وزراعته وحيواناته ومقتنياته المختلفة، وتشمل هذه الكائنات الحية البكتريا والفطريات والفيروسات والطفيليات والأنواع الأخرى من الكائنات الحية المختلفة التي تعد آفات صحية أو زراعية على الإنسان أو الحيوان أو النبات.

والنباتات المائية التي يتسرب إليها بعض المخصبات الكيميائية التي تستخدم في تسميد التربة فتزيد من نموها بشكل انفجاري مسبباً مشكلات عديدة للملاحة.



شكل 1-1 مخطط يبين بعض التصنيفات الهامة للملوثات البيئية

وهناك نوعين آخرين من الملوثات تم تصنيفهما طبقاً لطبيعتهما وهما الملوثات الأولية والملوثات الثانوية.

الملوثات الأولية:

ويقصد بها الملوثات التي تنطلق من مصدر التلوث في صورة أولية وتظل كما هي دون تغيير في خواصها الفيزيائية أو الكيميائية إلى أن تصل المكان الذي سيصيبه التلوث، ومن أمثلتها ملوثات الهواء الأولية مثل أول وثاني أكسيد الكربون المنبعثة من الشاحنات والسيارات، وأكاسيد النتروجين ومعظم الهيدروكربونات المنبعثة من مداخن المصانع ومحطات القوى والمواد العالقة المنبعثة من حرق المخلفات. ويبين الجدول التالي أحد أهم الملوثات الأولية وهي الملوثات الأولية للهواء مبيناً بعض خصائصها ومصادرها وتأثيراتها على الصحة.

جدول 1-1

الملوثات الأولية للهواء

ملوثات الهواء	أهم الفعائص	المصادر الرئيسية	التأثير على الصحة
أول أكسيد الكربون	غاز عديم اللون أو الرائحة له قابلية شديدة للالتصاق بالهيموجلوبين في الدم.	الاحتراق غير الكامل للوقود والمواد الكربونية الأخرى.	يتم امتصاصه عن طريق الرئة يعوق القدرات الذهنية والبدنية.
الرصاص	عنصر من العناصر الثقيلة، أملس، سهل التشكيل رمادي له خواص كيميائية فلزية يوجد في صورة تراب أو رذاذ لأكسيد الرصاص.	التعرض المهني في مسالك المعادن، تصنيع المعادن، صناعة البطاريات وكذلك عادم السيارات التي تستخدم وقوداً معالجاً برابع استينات الرصاص.	يدخل الجسم عن طريق الجهاز التنفسي وجدران الجهاز الهضمي. يتراكم في أعضاء الجسم مسبباً أضراراً عقلية وبدنية.

أكاسيد النيتروجين	خليط من الغازات تتراوح بين عديمة اللون والبنّي الأحمر	الاحتراق الثابت (محطات القوى مثلا) المصادر المتحركة والتفاعلات الجوية.	العامل الرئيسي في تكوين الضباب الفوتوكيميائي Smog وهناك صلة بينها وبين مشاكل التنفس وأعراض القلب.
المهدروكربونات	مركبات عضوية في الحالة الغازية، مثل الميثان والأيثيلين والاستيلين ومكونات أخرى تكون الضباب الفوتوكيميائي.	الاحتراق غير الكامل للوقود والمواد الكربونية الأخرى خاصة المواد العضوية	التعرض الحاد بسبب تهيج الأغشية الخاصة بالعين، والأنف والحنجرة. أما التعرض المزمن فيسبب السرطان.
الجسيمات	هي أي جسيمات صلبة أو سائلة منتشرة في الجو مثل التراب، الرماد، الضباب، الغلات والمواد الكيميائية. ويتم تقسيمها حسب قطر الجسيم . والجسيمات : ما هو أكبر من ٥٠ ميكرون. أما الجسيمات الدقيقة فهي ما هو أقل من 3 ميكرون.	الاحتراق الثابت للقود الصلب، العمليات الصناعية مثل الأسمنت وصناعة الصلب.	تأثيرات سامة أو مضاعفة تأثيرات الملوثات الغازية، ومضاعفة أعراض إصابات الجهاز التنفسي والقلب.
ثاني أكسيد الكبريت	غاز عديم اللون رائحة نفاذة يتأكسد ليكون ثالث أكسيد الكبريت SO_3 وحمض الكبريتيك عند إذابته في الماء.	احتراق الكبريت الموجود في الوقود الحفري، تحميص الخام المحتوي على كبريت، بعض العمليات الكيميائية.	يصنف كمهيج متوسط للجهاز التنفسي، مسبب أساسي للأمطار الحمضية.

الملوثات الثانوية:

وهي تنشأ من الملوثات الأولية كنتيجة لتفاعل الملوثات الأولية مع عوامل معينة موجودة مثل تفاعل أكاسيد الكبريت وأكاسيد النتروجين مع الماء لتنتج الأحماض مثل حمض الكبريتيك وحمض النيتريك.

وأيضاً تفاعل ثاني أكسيد الكبريت مع الأكسجين فيتأكسد مكوناً ثالث أكسيد الكبريت، ويعد الأوزون وفوق أكسيد الهيدروجين من الملوثات الثانوية

لأنها تنتج من ملوثات أولية نتيجة تفاعلات مع الأكسجين أو الماء أو غازات أخرى موجودة بالهواء؛ حيث ينتج الأوزون من التفاعل الضوئي للمواد العضوية المتطايرة في الجو مع أكسيد النيتروجين؛ حيث يتكون الأوزون وملوثات ثانوية أخرى. ولذلك يطلق على الملوثات الأولية التي تتفاعل لتنتج الأوزون لفظ البادئات أو الأسلاف Precursors.

كما قسم بعض العلماء الملوثات على أساس قابليتها للتحلل إلى الأقسام التالية:

1- ملوثات قابلة للتحلل.

2- ملوثات بطيئة التحلل.

3- ملوثات مقاومة للتحلل.

1- ملوثات قابلة للتحلل

وهي تشمل الملوثات التي تتحلل بسرعة داخل البيئة ومن أمثلتها المخلفات الآدمية السائلة، ويصبح هذا النوع من الملوثات ضار بالبيئة عندما يفوق معدل تراكمها في البيئة معدل تحللها.

2- ملوثات بطيئة للتحلل

وتشمل الملوثات التي تتحلل ببطء شديد في البيئة مثل المبيدات الكلورية والمواد البلاستيكية وعلب الألمونيوم وكثير من المركبات الكيميائية.

3- ملوثات مقاومة للتحلل

وتشمل الملوثات التي تقاوم التحلل داخل مختلف البيئات مثل بعض المركبات والخامات الكيميائية وبعض المواد المصنعة مثل أنواع معينة من المواد البلاستيكية.

المصادر النقطية والمصادر غير نقطية للتلوث:

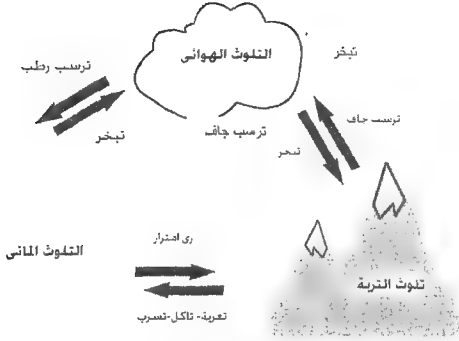
- **المصادر النقطية** هي المصادر التي يمكن تحديد مصادرها ونقطة انطلاقها بدقة، وبالتالي يمكن الحد من الانبعاثات التي تنطلق منها أو معالجتها أو على الأقل يمكن رصدها وقياسها ومراقبة آثارها، فهناك المصدر الذي تنبعث منه بعض الملوثات من نقطة محددة مثل أنبوب المجاري الذي يطرح ماء متسخاً في نهر من الأنهار، من نقطة محدودة أو مكان محدد، ويعرف هذا أيضاً بتلوث المصدر المحدود. ومن أمثلتها الملوثات التي تنطلق من مداخن المصانع أو مداخن محطات توليد الطاقة والغلايات والشعلات.
- **أما المصادر اللانقطية** فهي المصادر التي تنبعث منها الملوثات ولا يمكن تعيينها أو تحديد كمياتها بدقة. إن هذه المصادر محكمة الإغلاق وغير مصممة لانتقال الانبعاثات منها، ومن أمثلتها الماء ا
- **لجاري في المزارع** الذي يحمل معه المبيدات والأسمدة إلى الأنهار، كما أن بإمكان مياه الأمطار أن تجرف الوقود والزيوت والأملاح من الطرق ومواقف السيارات، وتحملها إلى الآبار التي تزودنا بمياه الشرب. ويسمى هذا التلوث أيضاً بتلوث المصدر اللامحدود.

سادساً: أنواع التلوث

يمكن تقسيم التلوث نفسه حسب المكان الذي يصيبه التلوث وهو كالآتي:

1. تلوث الهواء.
2. تلوث الماء.

3 تلوث التربة



شكل 1-2 مخطط يبين علاقة أنواع التلوث ببعضها البعض

1. تلوث الهواء Air Pollution

يصبح الهواء ملوثاً إذا حدث تغير في تركيبه ومكوناته الطبيعية أو دخلت عليه عناصر غريبة، سواء كانت هذه العناصر طبيعية أو كيميائية أو بيولوجية مثل الغازات أو الجسيمات أو الميكروبات، خلال فترة قصيرة أو طويلة بحيث تؤدي إلى إلحاق ضرر بحياة الإنسان أو الحيوان أو الكائنات الأخرى أو الممتلكات الاقتصادية أو أحدثت خللاً بالنظام البيئي.

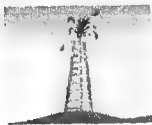
2. تلوث الماء Water Pollution

يقال إن الماء ملوث إذا ما احتوى على مواد غريبة سائلة أو صلبة عضوية أو غير عضوية ذائبة أو غير ذائبة أو كائنات دقيقة، وتغير هذه المواد من الخواص الطبيعية والكيميائية والبيولوجية للماء، خلال فترة قصيرة أو طويلة بحيث تؤدي إلى إلحاق ضرر بحياة الإنسان أو الحيوان

أو الكائنات الأخرى التي تستخدم أو تتعامل مع الماء، أو أن يؤدي هذا التلوث إلى أن يصبح الماء غير صالح للاستهلاك المنزلي أو في الزراعة أو في الصناعة.

3. تلوث التربة Soil Pollution

تلوث التربة يعني دخول مواد غريبة في التربة أو زيادة في تركيز إحدى مكوناتها الطبيعية؛ مما يؤدي إلى التغير في التركيب الكيميائي أو الفيزيائي للتربة. وأيضًا ولكن إذا وجد ما يخل بوظائف التربة عن أداء مهامها فهو يعتبر تلوث للتربة وإجهاد لها. وهذه المواد التي يطلق عليها ملوثات التربة قد تكون مبيدات أو مواد وأسمدة كيميائية أو أمطار حمضية ساقطة أو نفايات صناعية أو نفايات وفضلات منزلية أو النفايات المشعة.



سابعاً... التلوث البترولي للهواء

تعتبر الملوثات البترولية من أهم عوامل التلوث التي تصيب كوكبنا في المائة سنة الأخيرة، كما أن المصادر البترولية نفسها من أخطر مصادر التلوث للهواء. وتسبب عمليات الكشف والاستخراج والإنتاج والتصنيع والاستهلاك البترولي تلوثاً شديداً للهواء لدرجة أن معظم الملوثات الهوائية بالمركبات الكيميائية يكون في الأغلب مصدرها المشتقات البترولية المختلفة. وتتبعث الملوثات البترولية للهواء غالباً من المصادر الآتية:

- الانبعاثات التي تنطلق من عمليات استكشاف واستخراج وإنتاج البترول الخام والغاز الطبيعي.
- الانبعاثات التي تنطلق من عمليات نقل وتوزيع البترول الخام والغاز الطبيعي ومشتقاتهما.

- الانبعاثات التي تنطلق من مصافي البترول الخام ووحدات معالجة الغاز الطبيعي.
- الانبعاثات التي تنطلق نتيجة لاستهلاك مشتقات البترول الخام والغاز الطبيعي.
- الانبعاثات الناتجة عن الحوادث والكوارث البترولية والانسكابات في البيئة المائية والارضية.
- الانبعاثات الناتجة عن حرق الوقود في محطات القوى الكهربائية وحرق الوقود في وسائل النقل والمواصلات.
- الانبعاثات الناتجة عن العمليات العسكرية والحروب وعمليات التخريب المتعمدة.



تلوث الهواء الناجم عن احتراق آبار البترول

إن أخطر المراحل المسببة لتلوث الهواء هي مرحلته استهلاك المنتجات البترولية بسبب استهلاك الإنسان لكميات كبيرة جداً من الوقود تصل إلى ملايين الأطنان سنوياً. وتتطلق الملوثات البيئية إلى الهواء نتيجة لحرق أنواع الوقود البترولي وبنسب متفاوتة تعتمد على:

- نوع المنتج البترولي المستخدم.
- الغرض من استخدام المنتج البترولي.
- نوع الآلة التي تستخدم المنتج البترولي.

ثامناً... التلوث البترولي للماء

يشكل التلوث البترولي للماء أحد أهم القضايا البيئية في الوقت الحاضر وذلك لخطورة هذا النوع من التلوث على البيئة المائية وخاصة البحرية

منها، وتأتي أغلب مصادر التلوث البترولي للماء من حوادث التسرب بمختلف أنواعها سواء التسرب الحادث إلى البيئة المائية مباشرة أو التسرب إلى البيئة الأرضية ومنه إلى المياه الجوفية. ويأتي طرح مياه المصافي الصناعية كثاني أهم مصدر من مصادر التلوث البترولي للماء؛ إذ تستخدم كميات كبيرة من المياه داخل المصافي للتبريد وعمليات التصنيع المختلفة وتطرح هذه المياه خلال دائرة مفتوحة وعلى الأخص بالنسبة للمصافي الواقعة على شواطئ البحر فمثلاً تنتج أحد المصافي كمية من المياه المنصرفة إلى البيئة المائية من 10 إلى 30 ضعف كمية البترول الخام المعالج؛ حيث تؤدي هذه المياه إلى خفض كميات الأكسجين الذائب مما يسبب خللاً في الأحياء المائية الدقيقة إضافة إلى ذلك أن المياه الراجعة إلى المصدر المائي تحتوي على زيوت وشحوم وهذا بدوره يؤدي إلى تلوث شواطئ البحر بالزيت.

ويعد البترول الخام ومشتقاته واحد من أهم الملوثات المائية المتميزة بانتشارها السريع، فقد تصل آثار هذه الملوثات إلى مسافات تبعد مئات الكيلومترات من مكان تسربها.

وصناعة البترول التي تشمل عمليات استخراج، حفظ، معالجة، نقل توزيع واستهلاك كميات هائلة من البترول والمشتقات البترولية حتماً يؤدي إلى تلوث المحيط العالمي من مصادر متنوعة من الممكن أن يكون التسرب عرضياً نتيجة التصادم، كوارث ناقلات البترول، الاستعمال غير الصحيح للتجهيزات أو تعطّلها، وتشكل التسربات البترولية والنفايات الكيميائية أهم مصادر تلوث المحيط العالمي؛ حيث تساهم حركة السفن بنحو 10% من مجمل تلوثه ويعود الفضل في ذلك إلى بعض الاتفاقيات الدولية التي تنظم النقل البحري. ويأتي معظم التلوث البحري 70-75% من مصادر برية (مصادر أرضية) حيث تشكل أنشطة مثل إلقاء زيوت المحركات المستعملة في شبكات التصريف التي تصب في المياه الساحلية نحو 60% من التلوث البترولي في المحيطات عدا التسرب البترولي، وهناك مصدر آخر للتلوث وهو الصب العمدي. وتلوث البيئة البحرية نتيجة الصب العمدي يمكن مراقبته لحد ما وتداركه، لكن التلوثات العرضية من الصعب أن تستدرك ومن المثبت أن الأسباب الهامة جداً

لوصول البترول إلى البحر هي: أولاً... نقله بالطرق البحرية، وثانياً... الاستخراج في منطقة الجرف القاري.

تتسرب كثير من المنتجات والمشتقات البترولية في المحيط خاصة عند غسل خزانات ناقلات البترول بالعودة إلى ميناء التحميل (الشحن) حيث تشحن ناقلات البترول من أجل الثبات بماء حفظ التوازن (ماء الصابورة) الذي يطرح إلى البيئة البحرية قبل تحميل ناقلات البترول عادة ما يقومون بغسل الخزانات الذي بنتيجته يصل البترول إلى الماء.

تلوث البحار يجري أيضاً عند ضخ ماء الصابورة وماء العنابر خلف سطح سفن البضائع الجافة التي تعمل على الوقود السائل تم طرح مياه الغسيل، الصابورة والعنابر.

أما بالنسبة للبحار العربية كالمحيط المتوسط فإن مصافي البترول ومخلفاتها الساحلية التي تلقي مياهها فيه فيبلغ 50 مصفاة تكرر على ساحل البحر الأبيض المتوسط بحيث يقدر ما يتسرب منها حوالي 20 ألف طن سنوياً.

كما أن الاستثمار في عرض البحر سواء في مرحلة التنقيب أو مرحلة الإنتاج يشكل مصدراً إضافياً للتلوث بالبترول عن طريق التسرب، وتقدر كمية التسرب من البئر النظيف بحوالي 0.5% من كمية الإنتاج. وتقدر كمية البترول المنتسربة إلى البحار والمحيطات بأكثر من 10 ملايين طن سنوياً. وعموماً يمكن إجمال مصادر التلوث البترولي للماء بالمصادر التالية:

- (1) تسرب البترول الخام من جدران الآبار إلى المياه الجوفية.
- (2) التسرب الطبيعي للبترول من قيعان البحار والمحيطات والخلجان.
- (3) سوانل وإطيان الحفر الملوثة بالبترول والمواد الكيميائية الخاصة بالحفر في الحقول البحرية.
- (4) تلوث ناتج عن مصادر برية من خلال الفضلات الصناعية أو المخلفات البترولية المعروفة بالحماة الزيتية والتي تنتج عما قد يخلقه إنتاج البنزين (الجازولين) وتخزينه في المصافي وتعتبر هذه الحماة الزيتية سامة للغاية، وتتكون كميات أكبر من الحماة الزيتية في محطات تصدير البترول الخام.

- (5) تصريف المياه المصاحبة للبترول الخام المستخلصة من وحدات عزل الماء، والمياه الناتجة عن غسل البترول.
- (6) طرح الزيوت المستهلكة في شبكات المجاري والانهيار.
- (7) تسربات البترول الخام أو المشتقات البترولية أثناء عمليات الشحن والتفريغ والنقل والتصدير والتخزين.
- (8) تسربات البترول الخام أو المشتقات البترولية أثناء عمليات الصيانة للمنشآت البترولية البحرية.
- (9) تآكل أنابيب البترول البحرية.
- (10) التسربات التي تحدث نتيجة للحوادث المختلفة والتي تشمل:
 - الحوادث التي تحدث على اليابسة مثل انفجار الآبار وحوادث احتراق الخزانات والصهاريج وتكسر انابيب نقل البترول البرية والبحرية.
 - حوادث اصطدام وغرق ناقلات البترول.
 - حوادث انجراف وغرق المنصات البحرية.
 - حوادث التسرب نتيجة الحروب والحرائق المتعمدة بفعل العمليات العسكرية والهجوم العسكري للمنشآت البترولية.
 - عمليات التخريب المتعمدة بكسر الانابيب وضرب المنشآت البترولية وتفجير الخزانات والصهاريج.

تاسعاً... التلوث البترولي للتربة

إن تلوث الأراضي بالمواد البترولية يسبب تغير في الخواص الطبيعية لتلك الأراضي ويجعل من هذه الأراضي مناطق غير صالحة للزراعة مما يقلل من المساحات المتوفرة التي يمكن زراعتها مهدداً بذلك أمن الإنسان الغذائي. ويعزي تلوث التربة والأرض بالمواد البترولية للمصادر الآتية:

- (1) تسرب البترول الخام من خلال جدران بئر البترول إلى داخل التربة.
- (2) انسكاب وتسريب البترول الخام بعد عمليات حفر الآبار البترولية.
- (3) التسرب من الأنابيب البترولية الناقلة للنفط الخام إلى الأرض

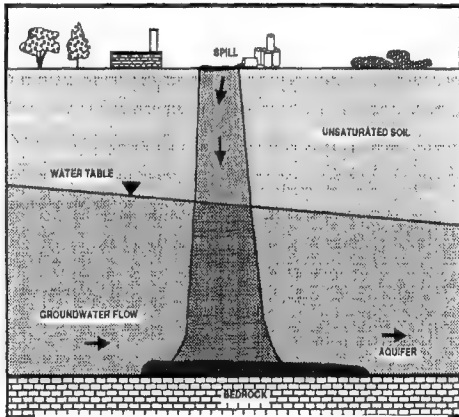
والتربة لمختلف الأسباب (من هذه الأسباب انكسار وتحطم الأنابيب- تآكل الأنابيب- التخريب المتعدد- سرقة البترول الخام من الأنابيب بكسرها).

(4) التسرب من الخزانات وخصوصًا خزانات المشتقات البترولية المدفونة التي تستخدم في محطات تعبئة الوقود.

(5) رمي الزيوت والشحوم المستهلكة والمشتقات الثقيلة قليلة الفائدة والمستهلكة على الأرض في العراء.

(6) إعادة حقن المواد البترولية في باطن الأرض.

(7) تصريف المياه الصناعية من مصافي تكرير البترول الخام ومن وحدات المعالجة إلى حفر ومنخفضات أرضية بما يشكل بحيرات مائية بترولية ملوثة للأرض والتربة وخاصة في حالة عدم عزلها.



شكل 1-3 مخطط يبين تلوث البيئة الأرضية (التربة) بتسرب المشتقات البترولية ووصول الملوثات للمياه الجوفية

الفصل الثاني

الملوثات البترولية



الفصل الثاني

الملوثات البترولية

أولاً... الملوثات البترولية.

ثانياً... الملوثات البترولية الغازية.

ثالثاً... الملوثات البترولية السائلة.

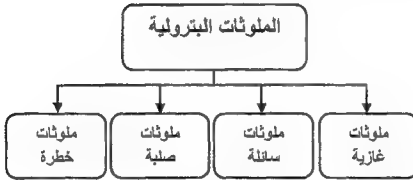
رابعاً... الملوثات البترولية الصلبة.

خامساً... المخلفات الصلبة والخطرة من عمليات تكرير البترول.

أولاً... الملوثات البترولية

تتعدد الملوثات الناتجة عن صناعة البترول التي تؤثر على البيئة؛ إلا أنها تنقسم من حيث طبيعتها الفيزيائية إلى الملوثات التالية:

- ملوثات غازية.
- ملوثات سائلة.
- ملوثات صلبة.
- الملوثات والمخلفات الخطرة.



ثانياً... الملوثات البترولية الغازية

هي المواد التي تنطلق من المصدر البترولي الملوث في صورة غازية على هيئة غازات أو أبخرة أو روائح أو رذاذ أو دقائق جسيمية متناهية في الصغر تبقى معلقة في الهواء. وتعتبر الملوثات الغازية من أكثر الملوثات شيوعاً في الصناعة البترولية نتيجة لعمليات حرق الغازات الناتجة عن عمليات استخراج البترول وعمليات تكريره أو نتيجة لحرق الوقود داخل المنشآت البترولية أو نتيجة لحرق الوقود في محركات المركبات ووسائل النقل ودخل محركات إنتاج وتوليد الطاقة وتنقسم الملوثات الغازية البترولية إلى:

- أكاسيد الكربون CO_x .
- الغازات والمركبات الكبريتية.
- الأكاسيد النتروجينية NO_x .

- الهيدروكربونات.
- اللدقائق الجسيمية.
- الأوزون الأرضي.
- الرصاص ومركباته.
- الزئبق ومركباته.

أكاسيد الكربون CO_x

وهي تشمل غازات أول وثاني أكسيد الكربون اللذان يعدان أكثر الغازات الكربونية تلويثاً للهواء.

(1) غاز أول أكسيد الكربون CO

يعتبر غاز أول أكسيد الكربون من الغازات عديمة اللون والطعم والرائحة ولا يتسبب في أي تهيج للأغشية المخاطية؛ حيث إنه متعادل كيميائياً كما إنه أخف نسبياً من الهواء وهو غاز قابل للاكسدة حيث يتحول إلى ثاني أكسيد الكربون.

ويعد من الغازات شديدة السمية حيث ينتج من الاحتراق غير التام للكربون والمركبات العضوية مثل الفحم وهو من صور الكربون وأيضاً بعض الزيوت والشحوم من الآلات والمركبات. وهو من الجزيئات ثنائية الذرة غير المتجانسة وذلك لأنه يحتوي على عنصرين مختلفين هما الكربون والأوكسجين. ويتولد غاز أول أكسيد الكربون من تفاعل غاز الميثان (الناتج من تحلل المواد العضوية) مع الأوزون كما تبين المعادلات الآتية:



كما يتولد أيضاً من تفاعل بعض الفلزات مع أكاسيدها مع الكربون ومحروقاته كما في حالة الزنك.



وعند وجود غاز أول أكسيد الكربون مع غاز الكلور وبمساعدة الضوء

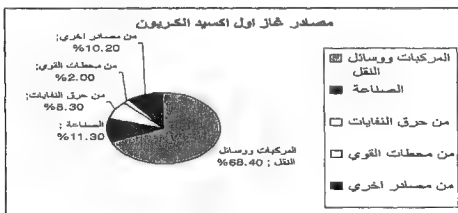
يتولد غاز الفوسجين وهو غاز عديم اللون ذو رائحة كريهة وشديد السمية إذ كان يستخدم في الحرب العالمية الأولى كغاز سام. يتميز غاز أول أكسيد الكربون بأنه لا لون ولا طعم ولا رائحة ويذوب في بلازما الدم بقدر ما يذوب بالماء، ويوجد بالهواء الطبيعي غير الملوّث بتركيز لا يزيد 0.1 جزء في المليون. ويتأكسد في الطبيعة إلى غاز ثاني أكسيد الكربون في وجود ضوء الشمس بنسبة 1 % من حجمه بالساعة طبقاً للمعادلة الآتية:

أشعة الشمس



❖ مصادره

ينتج هذا الغاز بسبب الاحتراق غير الكامل للوقود، وخصوصاً في مركبات النقل وذلك لعدم توفر الأكسجين الكافي للاحتراق. وذكرت بعض المصادر البيئية أن السيارة الواحدة تطلق خلال العام الواحد من 1400 إلى 1500 كيلو جراماً من غاز أول أكسيد الكربون أي أن كل 1000 سيارة تطلق حوالي 4 طن تقريباً من هذا الغاز يومياً. كما ينتج من العديد من الصناعات مثل مصافي البترول وصناعاته، ومصاهر الحديد والفولاذ وغيرها. كما ينتج هذا الغاز من أكسدة البكتيريا لبعض المركبات في التربة. إلا أن عوادم السيارات تشكل المصدر الرئيسي لتلوث الهواء بهذا الغاز. ويبين الشكل أدناه مصادر غاز أول أكسيد الكربون.



(2) غاز ثاني أكسيد الكربون CO₂

عبارة عن غاز عديم اللون والرائحة، ولكن له طعم غير مقبول ويتراوح تركيزه في الهواء الجاف غير الملوّث 300-330 جزء من المليون. وبسبب إطلاق كمية كبيرة من هذا الغاز من مصادر مختلفة على الصعيد العالمي فقد وصل تركيزه في الهواء إلى 346 جزء من المليون عام 1988. ويكون أقل تركيز له في الهواء في النصف الثاني من النهار حيث تكون عملية التمثيل الضوئي في أوجها والتي تستهلك كميات كبيرة من هذا الغاز لإنتاج الكربوهيدرات. ويعتقد أن هناك زيادة سنوية لتركيز هذا الغاز تقدر 00.7 جزء من المليون سنوياً بسبب احتراق الوقود.

❖ مصادره

يصل ثاني أكسيد الكربون إلى الغلاف الجوي من عدة مصادر منذ ملايين السنين. ومن بين تلك المصادر التي بدأ ظهورها مع الثورة الصناعية - حرق الإنسان للوقود الأحفوري. ويعد هذا المصدر الآن، مصدراً كبيراً لثاني أكسيد الكربون، وأصبح تأثيره كبير على توازن دورة الكربون. يُعتبر الفحم الحجري كربوناً خالصاً تقريباً، ويتكون البترول والغاز من الكربون (على هيئة هيدروكربونات) بصورة أساسية. ونحن نحرق تلك الأنواع من الوقود في الأكسجين (الموجود في الهواء) لإنتاج الطاقة اللازمة للتدفئة، والإضاءة، والانتقالات. ويؤدي حرق الوقود الأحفوري في الوقت الحاضر إلى إطلاق 26 بليون طن تقريباً من ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي كل عام.

ومن الجدير بالذكر أن الاحتراق الكامل للوقود يشكل المصدر الأساسي لتلوث الهواء بغاز ثاني أكسيد الكربون كما توضح المعادلات الآتية:



كما يتضح من المعادلات السابقة فإن كمية غاز ثاني أكسيد الكربون المنبعثة تعتمد على نوع الوقود المستخدم. كما أن احتراق المواد البلاستيكية المحتوية على بوليمرات البولي إيثيلين Polyethylene والبولي استيرين polystyrene عند حرارة 300-450 درجة مئوية ينتج عنه انبعاث غاز ثاني أكسيد الكربون.

وتشير تقارير الأمم المتحدة إلى أن الأنشطة البشرية عموماً باختلاف أنواعها تسبب في إطلاق 177 مليون طن من غاز ثاني أكسيد الكربون على مستوى العالم.

الغازات المركبات الكبريتية

تتوفر المركبات الكبريتية في جميع أنواع البترول بكميات مختلفة من 0.5 إلى 3.0 % ويمكن أن تصل إلى 7 %، ويعد الخام المحتوي على أقل من 0.5 % كبريت خاماً منخفض الكبريت، وأعلى من ذلك يعد خاماً عالي الكبريت.

ويدخل الكبريت في تركيب مركبات مختلفة، منها غاز ثاني أكسيد الكبريت SO_2 ، وغاز كبريتيد الهيدروجين H_2S ، والمركبات RSH ، والكبريتيدات $R-S-R$ ، وثنائي الكبريتيدات $R-S-S-R$ ، والكبريتيدات الحلقية.



تترايثلين سلفيد



بنزاسيثين سلفيد

أمثلة للمركبات الكبريتية الحلقية

يمكن تقسيم هذه المركبات إلى قسمين رئيسيين هما:

- أكاسيد الكبريت SO_x
- الكبريتيدات والمركباتات

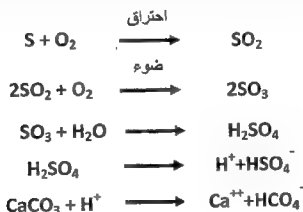
(1) أكاسيد الكبريت SO_x

للكبريت عدة أكاسيد غازية مثل أول وثاني وثالث أكسيد الكبريت SO ، SO_2 ، SO_3 إلا أن أكثرها تلويثاً للهواء هو ثاني أكسيد الكبريت SO_2 وثالث أكسيد الكبريت SO_3 .

غاز ثاني أكسيد الكبريت SO_2

يُعد ثاني أكسيد الكبريت من أخطر ملوثات الهواء، وهو غاز عديم اللون وغير قابل للاشتعال. وعندما تكون نسبة الرطوبة في الهواء مرتفعة، فإن ثاني أكسيد الكبريت، يتحول عن طريق التفاعلات الكيميائية إلى ثالث أكسيد الكبريت SO_3 ، الذي بدوره يتحد مع قطرات الماء مكوناً حمض الكبريت H_2SO_4 .

ويتراوح تركيز غاز ثاني أكسيد الكبريت في الهواء داخل المدن الكبيرة بين 0.01 و 0.2 جزء في المليون، وعندما يصل تركيزه في الهواء إلى 0.1 جزء في المليون، أو أكثر، فإن الرؤية تنخفض إلى حوالي 8 كيلومتر بسبب زيادة التفاعلات الكيميائية المكونة للضباب الدخاني. كما أن زيادة تركيز غاز ثاني أكسيد الكبريت في الهواء الرطب تزيد من تآكل المعادن وتجويتها، فنجد أن الألمونيوم يزداد معدل تآكله في المدن الملوثة بثاني أكسيد الكبريت، عنه في الأرياف بمعدل 14—17 مرة. ويرجع التآكل السريع لبعض التماثيل والنصب المصنوعة من الأحجار خاصة الحجر الجيري في المدن الكبيرة، مثل تماثيل الحرية في مدينة نيويورك بشرق الولايات المتحدة الأمريكية، والأهرامات حول القاهرة في مصر، إلى ارتفاع حموضة الأمطار والضباب الناتج عن ارتفاع تركيز غاز ثاني أكسيد الكبريت في الجو، كما توضح المعادلات الكيميائية التالية:



كما أن النسبة بين حمض الكبريتيك وثاني أكسيد الكبريت في الهواء الجوي تتوقف على عدة عوامل مثل:

- 1- كمية الرطوبة الموجودة في الهواء.
 - 2- وقت تواجد الملوثات الكبريتية في الهواء.
 - 3- كمية المواد المساعدة على التفاعل.
 - 4- كمية ضوء الشمس.
 - 5- معدل ترسيب الحمض.
- وعموماً فإن معظم ثاني أكسيد الكبريت في الغلاف الجوي يتأكسد إلى ثالث أكسيد الكبريت الذي يتفاعل مع الماء منتجاً حمض الكبريتيك ويتأكسد ثاني أكسيد الكبريت أيضاً إلى كبريتات خاصة كبريتات الأمونيوم ويسلك الغاز مسار التفاعلات الآتية:

1. التفاعلات الضوئية الكيميائية.
2. التفاعلات الضوئية الكيميائية والكيميائية في وجود أكاسيد النتروجين أو الهيدروكربونات خاصة الأوليفينات .
3. العمليات الكيميائية داخل قطرات الماء.
4. التفاعلات على الجسيمات الصلبة في الغلاف الجوي.

ثالث أكسيد الكبريت SO_3

ينتج هذا الغاز كما ذكرنا من تفاعل غاز ثاني أكسيد الكبريت مع الأكسجين الموجود في الهواء. وهو غاز عديم اللون ذو رائحة معينة، فعال وله قدرة جيدة على الاتحاد مع الماء مباشرة مكوناً حمض الكبريتيك.

وتحول غاز ثاني أكسيد الكبريت إلى ثالث أكسيد الكبريت ثم إلى حمض الكبريتيك يعتمد على مجموعة من العوامل مثل كمية الرطوبة الموجودة وشدة ودوام أشعة الشمس وكمية المواد المساعدة على التفاعل ومواد الامتصاص.

ولا ينتج غاز ثالث أكسيد الكبريت من حرق أنواع الوقود الرديئة المحتوية على الكبريت إلا بنسبة قليلة تتراوح بين 1-10% من مجموع الأكاسيد الكبريتية المنبعثة. وغاز ثالث أكسيد الكبريت هو غاز غير ثابت

سرعان ما يتحلل بالحرارة ليعود مرة أخرى مكوناً ثاني أكسيد الكبريت، وهذا هو سبب عدم تـكوـنه ووجوده بنسبة كبيرة بين الغازات الناتجة عن حرق الوقود المحتوي على كبريت.

(2) الكبريتيدات والمركبتانات

ينتج عن عمليات استخراج البترول والغاز ومن مصافي البترول الخام وبعض العمليات الصناعية داخل المنشآت البترولية العديد من المركبات الكبريتية الملوثة للهواء وللاتظمة البيئية الأخرى. ومن هذه المواد الملوثة غاز كبريتيد الهيدروجين H_2S ومركبات الكبريتيد العضوية الأخرى الأولية والثنائية الملوثة للهواء مثل كبريتيد ثنائي الميثيل CH_3SCH_3 ، وثنائي الكبريتيد ثنائي الميثيل CH_3SSCH_3 وبعض المركبتانات (الثايولات) الخفيفة كالمركبتان الميثيلي CH_3SH وغيرها. إلا أن معظم هذه المركبات هي مركبات ثقيلة تميل للتركيز في المنتجات البترولية الثقيلة وفي مخلفات عمليات التكرير. وعادة ما تكون هذه المركبات الكبريتية ذات رائحة قوية كريهة وهي ذات آثار سمية تختلف باختلاف تركيزاتها وأنواعها. إن الكثير من المواد الكبريتية الموجودة في البترول الخام ومشتقاته يتم إزالتها في وحدات الهدرجة والتي يتحرر منها غاز كبريتيد الهيدروجين والذي يعد من أهم الملوثات البترولية وأكثرها ضرراً وسمية.

غاز كبريتيد الهيدروجين H_2S

إنه غاز ذو رائحة كريهة وقوية تشبه رائحة البيض الفاسد ليس له لون ويوجد بصورة طبيعية في البيئة وقد يتكون وينبعث حيثما تكون النفايات التي تحتوي على الكبريت قد تفتت بفعل البكتيريا. فشبكات المجاري وخزانات التحليل ونفايات ومخلفات المواشي ومصاريف المياه الآسنة الخاصة بالإنسان والشاحنات التي تنقل النفايات والمخلفات الكيميائية قد تنبعث منها غاز كبريتيد الهيدروجين وكذلك من الممكن أن يوجد هذا الغاز في المياه الجوفية خصوصاً في الآبار قرب حقول البترول أو الآبار التي تتخلل الصخور الرملية. كذلك يوجد غاز كبريتيد الهيدروجين في الغازات البترولية والطبيعية ويحتوي الغاز الطبيعي على 28% من غاز كبريتيد

الهيدروجين لذا فقد يتسبب في تلوث الهواء في المناطق التي يوجد بها إنتاج للغاز الطبيعي وكذلك في مناطق مصافي البترول كذلك من الممكن أن ينبعث الغاز من خلال الصناعات التي تتركز على مركبات الكبريت.

وينتج غاز كبريتيد الهيدروجين بكثرة مع الغاز الطبيعي حيث تصل نسبته في بعض الأحيان الي 28 %، ويتواجد أيضاً بكميات صغيرة في صورة ذائبة في البترول الخام لذلك فهو يكون أحد النواتج العرضية لصناعات تكرير البترول كما أنه ناتج أساسي من وحدات الهدرجة.

الأكاسيد النتروجينية NO_x

توجد المركبات النتروجينية في البترول بكميات صغيرة" من 0.03 إلى 0.3 %، وتزداد نسبة النتروجين في البترول بزيادة الوزن النوعي، ونسبة المواد الراتنجية، ويوجد النيتروجين في الغالب على صورة مركبات ذات طابع عضوي، وتتركز المركبات النتروجينية أثناء التقطير بصورة أساسية في المتبقي بعد عملية التقطير الأولى وهو المازوت.

ويقصد بأكاسيد النتروجين مركبات النتروجين الغازية والتي تتكون من اتحاد النتروجين بالأكسجين تحت درجات حرارة عالية كما هو الحال عند احتراق الوقود في الأفران أو في وسائل النقل وغيرها وأهم هذه المركبات أول أكسيد النتروجين NO وثاني أكسيد النتروجين NO_2 وأكسيد النتروز N_2O حيث إن هذه المركبات الثلاثة تتواجد في الهواء بكميات يمكن الكشف عنها. وتنتج أكاسيد النتروجين بشكل طبيعي حيث ينبعث معظمها من مصادر طبيعية بسبب نشاط البكتريا في التربة والتي تعمل على تثبيت النتروجين الجوي، كما تنطلق الأكاسيد النتروجينية طبيعياً من تفاعل الأكسجين مع النتروجين في الهواء عند حصول الزوايح والبرق.

أما المصادر الصناعية فينتج حوالي 70% من أكاسيد النتروجين الموجود في الجو من احتراق الوقود داخل السيارات والباقي من الصناعات المختلفة ومن محطات توليد الكهرباء وغيرها.

ومن بين أكاسيد النتروجين المختلفة تنحصر السمية في أول أكسجين NO وثاني أكسيد النتروجين NO_2 .

(1) أول أكسيد النيتروجين NO

غاز عديم اللون وهو لا يساعد على الاشتعال العادي أخف من الهواء وله رائحة حادة، ويتكون من اتحاد النيتروجين بالأكسجين في الهواء الجوي بفعل حرارة احتراق الوقود.

كما أن أول أكسيد النيتروجين ينتج من عمليات التحلل الحيوي بفعل الكائنات الدقيقة، وكذلك من عمليات الاحتراق وبفعل البرق (التفريغ الكهربائي للسحب الرعدية)، والذي بدوره يتفاعل مع الأكسجين الجوي مكوناً غاز ثاني أكسيد النيتروجين. وتقدر الكمية المقدوفة من هذا الغاز إلى الجو من كلا المصدرين الطبيعي والصناعي بحوالي 520 مليون طن سنوياً يأتي 80% منها من المصادر الطبيعية.

(2) ثاني أكسيد النيتروجين NO₂

غاز بني مصفر وذلك نتيجة امتصاصه للون الأخضر المزرق في وجود أشعة الشمس، كما أنه يتفاعل مع الماء مكوناً حمض النتريك HNO₃ وحمض النتروز HNO₂ اللذان يشكلان مصدر للتلوث بالأمطار الحامضية. ففي البداية يحدث تفاعل كيميائي حيث يمتص غاز ثاني أكسيد النيتروجين الأشعة فوق البنفسجية من الأشعاع الشمسي ليتكون أول أكسيد النيتروجين والأكسجين الذري:



ومن ثم يتفاعل الأكسجين الذري مع الأكسجين الجزيئي مكوناً الأوزون O₃



ومن ثم يتفاعل غاز الأوزون مع الهيدروكربونات مثل الميثان CH₄ والإيثان C₂H₆ والإيثيلين C₂H₄ المنبعثة من الاحتراق الكامل وغير الكامل للوقود الأحفوري، مكوناً حمض النتريك HNO₃.

كما يأتي غاز ثاني أكسيد النيتروجين من تأكسد أول أكسيد النيتروجين بفعل أكسجين الهواء في درجات الحرارة العالية. وتأتي سمية هذا الغاز من إمكانية تفاعله مع الهيدروكربونات الغازية والمركبات العضوية المتطايرة

VOCs مكوناً مواد ملوثة سامة تسمى المؤكسدات الكيميائية الضوئية مثل الأوزون الأرضي. كما أنه يتفاعل مع بخار الماء كما ذكرنا مكوناً حمض النيتريك HNO₃ وحمض النتروز HNO₂ اللذان يشكلان مصدر للتلوث بالأمطار الحامضية كما تبين المعادلة التالية:



الهيدروكربونات

الهيدروكربونات هي المركبات المكونة من عنصري الكربون والهيدروجين، مثل غاز الميثان CH₄، والإيثان C₂H₂، والإيثيلين C₂H₄ والبنزبيرين C₂OH₁₂.

ومعظم الهيدروكربونات المسببة لتلوث الهواء تحتوي جزيئاتها على 12 ذرة كربون أو أقل، وهي إما أن تكون غازات أو سوائل متطايرة (سريعة التبخر).

والهيدروكربونات البترولية المسنولة عن تلوث الهواء تشمل الهيدروكربونات الخفيفة والمركبات العضوية المتطايرة VOCs. وتنبعث هذه المركبات من الجو من التبخر المباشر من خزانات المنتجات البترولية الخفيفة، أو من التبخر من وسائط النقل أثناء ملئ الخزانات وتفريغها، أو من محارق الصناعة البترولية كالشعلات. فقد أجريت دراسات عن شعلات المحارق البترولية أثبتت أن كفاءة الاحتراق في هذه الشعلات تتراوح بين 65-86% وأن نواتج هذه المحارق تحتوي على أكثر من 250 مركب كيميائي.

ويُعد المصدر الأساسي لهذه الغازات في الهواء الاحتراق الكامل وغير الكامل للوقود، وتسهم السيارات بنحو 50% من غازات الهيدروكربونات المنبعثة في الهواء، ويعتمد معدل انبعاث هذه الغازات مع عدم السيارات على سرعة السيارة وتسارعها. فعندما تسير السيارات على الطرق السريعة بسرعة ثابتة من 85 - 90 كيلومتراً في الساعة، تكون كفاءة محرك السيارة مرتفعة، وبالتالي يكون معدل انبعاث هذه الغازات مع عدم السيارة منخفضاً. أما في داخل المدن؛ حيث تضطر السيارات إلى تقليل السرعة ثم التسارع، فإن كفاءة المحرك تتدنى مما يجعل احتراق الوقود فيه غير كامل، وبالتالي يزداد معدل خروج الهيدروكربونات مع عدم السيارات إلى الهواء. ويُعد البنزبيرين Benzoperene C₂OH₁₂ من

أشد المركبات الهيدروكربونية ضرراً على الإنسان؛ إذ يُجمع الباحثون على أنه من أهم المواد المسببة للسرطان. وينتج مركب البنزبيرين من احتراق الوقود، ومن القار المستخدم في الطرقات، وصناعة المطاط والسجائر. وتصل كمية ما يستنشقه الإنسان من مركب البنزبيرين في بعض المدن ما يعادل الكمية المتحصل عليها من عشرات السجائر. فقد قدر أن كمية البنزبيرين الذي يستنشقه الإنسان في مدينة ديترويت بولاية ميتشجان بشمال الولايات المتحدة الأمريكية تعادل كما لو دخن 37 سيجارة يومياً، أما في مدينة برمنجهام البريطانية فتصل كمية البنزبيرين الذي يستنشقه الإنسان يومياً ما يعادل تدخين 50 سيجارة.

الدقائق الجسيمية

وهي جسيمات سائلة أو صلبة دقيقة تنتشر في الهواء، ويختلف حجم هذه الدقائق فقد يكون حجمها كبيراً بحيث يمكن رؤيتها بالعين المجردة كالدخان smoke أو سخام soot أو غبار dust، أو أن يكون صغيراً لا يري بالعين المجردة وبناء على حجم الجسيمات هناك نوعين هامين من المواد الجسيمية الدقيقة:

(1) الجسيمات الخشنة Coarse Particles

وهي الجسيمات التي يكون قطرها يتراوح بين 2.5-10 ميكرومتر وتنتج عادة من حركة السيارات على الطرق غير المعبدة، والكسارات، وتذرية الرياح، وثوران البراكين والحرائق وانتشار ذرات الغبار وغيرها وتسمى (PM 10).

(2) الجسيمات الدقيقة الناعمة Fine Particles

وهي الجسيمات التي يقل قطرها عن 2.5 ميكرومتر وتسمى علمياً (PM 2.5) وعادة تنتج الجسيمات التي لا يزيد قطرها على 2.5 ميكرومتر من احتراق الوقود في محركات السيارات، ومحطات توليد الكهرباء، والمصانع، وحرق الأخشاب.

وينجم عن الدقائق الجسيمية عدة مشكلات أهمها زيادة الحالات الإسعافية، والتنويم بالمستشفيات المتعلقة بأمراض القلب والرئتين، وتدني في كفاءة عمل الرئتين، وأحياناً الموت المبكر. ويتعدى تأثير هذه المواد العالقة للمشكلات الصحية ليشمل تدني الرؤية، وما تسببه من مشكلات، وتدمير للألوان والدهانات ومواد المباني.

وقد تبقى الجسيمات وخاصة الناعمة معلقة في الهواء خصوصًا بالقرب من المصانع كما يمكن أن تحملها الرياح إلى مسافات بعيدة.

الأوزون الأرضي

الأوزون جزيء مبني من 3 ذرات أكسجين وينتج من نشاط الأشعة فوق بنفسجية على جزيئات الأكسجين. يمتاز الأوزون برائحة مميزة، ووجود غاز الأوزون ضروريًا خاصة في الطبقة العليا من الغلاف الغازي لحجب الأشعة فوق البنفسجية الضارة.

يتكون غاز الأوزون في الطبقات السفلى من الغلاف الجوي (ويطلق عليه في هذه الحالة الأوزون الأرضي) عندما يحتوي الهواء على ثاني أكسيد النيتروجين ولو بتركيز قليلة، وذلك عن طريق امتصاص غاز ثاني أكسيد النيتروجين للأشعة فوق البنفسجية من الإشعاع الشمسي لينتج أول أكسيد النيتروجين والأكسجين الذري كما توضح المعادلات:



ومن ثم يتفاعل الأكسجين الذري مع الأكسجين الجزيئي مكونًا الأوزون O_3



وعندما يكون أول أكسيد النيتروجين متوفرًا في الهواء فإن الأوزون يتفاعل معه ما يقلل تركيز غاز الأوزون في الهواء.



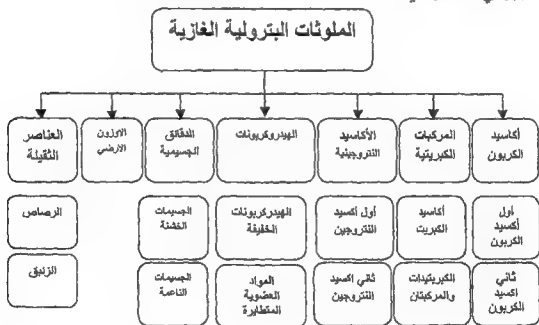
مركبات الرصاص

تعتبر جسيمات الرصاص من الملوثات الهوائية التي تنبعث من مصادر متعددة يستخدم فيها الرصاص ومركباته كمواد خام كما هو الحال في صناعة مبيدات الحشرات والدهانات وصناعة البطاريات. كما تستخدم مركبات الرصاص ككبريتيد الرصاص وكرومات الرصاص في عمليات

مركبات الرصاص ككبريتيد الرصاص وكرومات الرصاص فى عمليات الطلاء وفى صناعات مختلفة مثل صناعة صافىch المنازل والقصدير وحروف الطباعة. ويعتبر استخدام الرصاص مع وقود السيارات على هيئة مركبات هالوجينية مثل رابع ايثيل الرصاص أحد المسببات الرئيسية لتلوث الهواء بالرصاص؛ حيث تتحول إلى مركبات غير عضوية تنبعث من عوادم السيارات إلى الهواء.

الزئبق ومركباته

يعتبر الزئبق من أخطر ملوثات الهواء وخاصة بعد معرفة أن الزئبق العضوى يتحول إلى صورة عضوية سامة هى ميثيل الزئبق **Methyl Mercury** عن طريق بعض الكائنات الدقيقة ويتركز فى العظام. ويعتبر الزئبق ملوثاً هوائياً خطراً لأنه يوجد فى صورة بخار الزئبق ويسبب بخار الزئبق آثاراً تدميرية للجهاز العصبى المركزى. وأهم مصادر الزئبق الجوى الأصباغ ومصانع محطات الطاقة التى تعمل بالفحم ومحطات تصنيع الزئبق، كما يصاحب إنتاج الطاقة من الأنواع الأخرى من الوقود الكربونى الأحفورى.



شكل 1-2 مخطط لأهم الملوثات البترولية الغازية

ثالثاً... الملوثات البترولية السائلة

ويشمل هذا النوع من الملوثات جميع المخلفات السائلة المتعلقة بصناعة البترول والتي أهمها المخلفات الآتية:

- سوائل الحفر المستخدمة في التنقيب واستخراج البترول، حيث تنتج كميات كبيرة من المياه المصاحبة للنفط المتدفق من الممكن حيث يجري فصل الماء عن البترول ويعالج لخفض نسبة الزيت فيه إلى الحدود المسموح بها ثم يصرف إلى البحر.
- المحاليل المستخدمة في أحواض فصل الماء والأملاح عن البترول الخام.
- مياه غسيل الأرضيات داخل وحدات تصنيع البترول الخام وداخل وحدات التكرير.
- المياه الناتجة عن معالجة البترول كالمياه الناتجة عن العمليات الصناعية داخل وحدات تصنيع وتكرير البترول.
- مياه الموازنة التي تستخدم في موازنة ناقلات البترول.
- مياه تبريد المنتجات البترولية.
- مياه غسيل الماكينات والالات داخل وحدات تكرير البترول.

وغالباً ما يحدث التلوث بالملوثات البترولية السائلة بسبب تسرب المنتجات من الأنابيب أو ناقلات البترول الخام أو الشاحنات الحوضية بسبب الحوادث أو أعمال التخريب. كما يحدث التلوث بالمواد البترولية السائلة بسبب زيادة تدفق وطفح المشتقات البترولية السائلة التي تنساب من الخزانات عند ضخ هذه السوائل إلى الخزانات.

وإضافة أن جميع المياه المستخدمة داخل وحدات تكرير وتصنيع المنتجات البترولية مثل المياه الصناعية المستخدمة في التبريد والغسيل والشطف ومياه عمليات التصفية تعتبر كلها من الملوثات البترولية السائلة. كما يوجد في المصافي شبكات لمياه الصرف الصحي البلدية وشبكات مياه الأمطار، وغالباً ما تتلوث المياه المتدفقة خلال هذه الشبكات بجزء من المواد البترولية. إن جميع المياه الناتجة عن مصافي البترول الخام تطرح في الانهار أو البحيرات أو البحار أو تطرح في الصحراء بعد خروجها من المصافي بعد معالجتها معالجة متخصصة حيث إنها تحتوي على كثير من المواد الهيدروكربونية والترسبات ونسبة عالية من الأملاح الذائبة مما

يستلزم معالجتها قبل طرحها الى المواقع المخصصة لذلك. تستخدم كميات كبيرة من طين الحفر وهو سائل كثيف يتم ضخه باستمرار إلى أسفل أنبوب الحفر ليقوم بتزيت رأس الحفار وتنظيفها من قطع الصخور الصغيرة التي تجلب إلى السطح حيث يتم إزالة الصخور ويستمر تدوير طين الحفر الملوث بالبتروول لذا يجب معالجتها قبل التخلص منها لما لها من تأثير ضار على البيئة.

رابعاً... الملوثات البترولية الصلبة

وهي تشمل الملوثات التي تتواجد على هيئة صلبة وتنقسم هذه الملوثات إلى:

أ- الرواسب الصلبة (الحماة) الناتجة عن معالجة مياه الصرف الصناعي.

ب- المواد البترولية الثقيلة الناتجة عن وحدات معالجة المشتقات البترولية والتي تترسب في الخزانات والصهاريج.

ت- مخلفات عمليات تكرير البترول الخام الصلبة.

ث- الرمال المستخدمة في وحدات الترشيح.

ج- العوامل المساعدة المستخدمة المستهلكة والتي تحتوي على العناصر الثقيلة مثل النيكل والفانديوم والرصاص.

ح- الطين والوحل الناتج عن عمليات الحفر.

خ- فتات الصخور والمال الملوثة الناتجة عن عمليات الحفر.

د- المخلفات الورقية والبلاستيكية المختلفة داخل الوحدات الصناعية والإدارية.

ذ- البراميل الفارغة والتالفة الخاصة ببعض المواد الكيميائية مثل رابع ايثيلات الرصاص.

ر- بقايا الورنيشات والدهانات والملدنات والمواد اللاصقة.

ز- الرواسب الناتجة عن الترميد وحرق المخلفات.

س- قطع الغيار التالفة الغير صالحة للمعدات والماكينات.

س- المنصات البحرية المستهلكة وبقاياها الفولاذية.

وتعد الترسبات التي تحدث داخل قيعان الخزانات (خصوصاً خزانات

البترول الخام) من أهم الملوثات البترولية الصلبة التي تسبب مشكلات داخل وحدات صناعة البترول، وخاصة عند تراكمها على مدى سنوات طويلة فتسبب العديد من الأضرار منها:

1- تقليل السعة التخزينية للخران لشغل هذه الترسبات جزء من مساحة الخزان.

2- هدر في كمية البترول الخام.

3- تحدث مشاكل في التشغيل نتيجة لترسب هذه الترسبات الي الوحدات التشغيلية.

4- ارتفاع كلفة التنظيف والإزالة وصعوبة القيام بها.

5- قد تؤدي هذه الترسبات إلى حدوث تآكل في الخزانات وخاصة عند مكثها سنوات طويلة بدون إزالتها وتنظيفها.

وتعتبر هذه الترسبات أحد المخلفات الخطرة الناتجة عن صناعة البترول حيث تكمن خطورتها في احتوائها على الهيدروكربونات الثقيلة مثل المركبات الأروماتية العديدة الحلقات العطرية والتي تصنف على أنها من المواد المسرطنة، وكذلك المعادن الثقيلة كالفاناديوم والزنك والكاديوم والنيكل التي يأتي جزء كبير منها من مخلفات العوامل المساعدة المستخدمة في عمليات التكرير والمعالجة مثل مخلفات العوامل الحفازة. ويؤدي طرح هذه المكونات في البيئة إلى تلوثها والحاق الضرر الشديد بها مما يستلزم التخلص منها بطريقة آمنة بتجفيفها وحرقتها في محارق خاصة ثم طمرها في مواقع طمر مجهزة لهذا النوع من المخلفات الخطرة.

خامساً... المخلفات الصلبة والخطرة من عمليات تكرير البترول:

تتخلف عن عمليات تكرير البترول العديد من المخلفات الصلبة الخطرة ذات الطبيعة الكيميائية الضارة والسامة للأنظمة البيئية والتي لها مخاطر من الناحية الصحية للإنسان وهي تشمل المخلفات الآتي:

أ- رواسب خزانات البترول الخام.

ب- رواسب خزان الجازولين الخالي من الرصاص.

ت- مستحلب الزيت المروق وراسب الترشيح.

ث- حمأة وحدة إزالة الاملاح.

ج- العامل الحفاز المستهلك والجسيمات الدقيقة من التكسير بالعامل الحفاز.

ح- العامل الحفاز من عملية التهذيب (الإصلاح بالعامل الحفاز).

خ- العامل الحفاز من عملية اللازمة.

د- حمأة الالكلة بحمض الكبريتيك والعامل الحفاز.

ذ- الالكلة بفلوريد الهيدروجين بالعامل الحفاز والحمأة الناتجة (فلوريد الكالسيوم).

ر- الأحماض الذاتية في الزيت من الكلة فلوريد الهيدروجين.

ز- العامل الحفاز من عملية البلمرة.

س- الكبريت خارج المواصفات - حمأة الكبريت- والعامل الحفاز من الامين والكبريت.

وسوف نعطي أمثلة عن بعض هذه المخلفات من خلال السطور القادمة.

1- رواسب خزانات البترول الخام

تعتبر رواسب الخزانات هي مستحلب من الجزيئات الصلبة والزيت الثقيل والماء التي تستقر في القاع مع مرور الزمن، والمكونات الخطرة الموجودة في رواسب الزيت الخام تكون مشابهة للموجودة أصلا في الزيت الخام وتشمل البنزين والتولوين والمواد الكبريتية والهيدروكربونات العطرية والمعادن الثقيلة.

2- رواسب خزان الجازولين الخالي من الرصاص

تحتوي رواسب خزانات الجازولين الخالي من الرصاص والهيدروكربونات الثقيلة وبعض المعادن الثقيلة والصدأ والقشور.

3- حمأة وحدة إزالة الأملاح

تتكون هذه الحمأة في قاع وحدة إزالة الأملاح وتشمل هذه الحمأة

الاملاح وتشمل أيضا غازات ومعادن ثقيلة والبنزين والهيدروكربونات الثقيلة.

4- العامل الحفاز المستهلك والجسيمات الدقيقة من التكسير بالعامل الحفاز

تحتوي الغازات المنطلقة من استرجاع العامل الحفاز على حبيبات من العامل الحفاز تجمع من خلال السيكلونات أو المرشبات الأليكتروستاتيكية المكونات الخطرة تشمل النيكل والكوبلت والموليبدنيم والالومنيوم.

5- العامل الحفاز من عملية التهديب (الإصلاح بالعامل الحفاز).

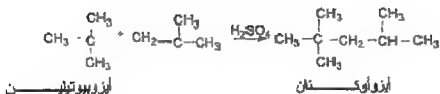
يسترجع (ينشط) العامل الحفاز (كلوريد البلاتينيوم أو الألومينا) ويعاد استعماله. المكونات الخطرة تشمل الهيدروكربونات مثل البنزين وبعض المعادن الثقيلة.

6- العامل الحفاز من عملية الأزمرة.

تفاعلات الأزمرة تتم للهيدروكربونات البارافينية ذات الوزن الجزيئي المنخفض، مثل تحول البيوتان العادي والبنتان العادي إلى الأيزوبيوتان والأيزوبنتان. كذلك أزمرة النفثينات الحلقية ذات الحلقة الخماسية إلى الحلقة السداسية. العامل الحفاز المستخدم هو البلاتينيوم وكلوريد البلاتينيوم في عملية أزمرة البيوتان والنافتا. المكونات الخطرة تشمل الهيدروكربونات مثل البنزين وبعض المعادن الثقيلة.

7- حمأة الأكلثة بحمض الكبريتيك والعامل الحفاز.

تجري الأكلثة عند درجات حرارة وتحت ضغوط معتدلة في وجود العوامل الحفازة، ويعد حمض الكبريتيك أكثر العوامل الحفازة فعالية في عمليات الأكلثة.



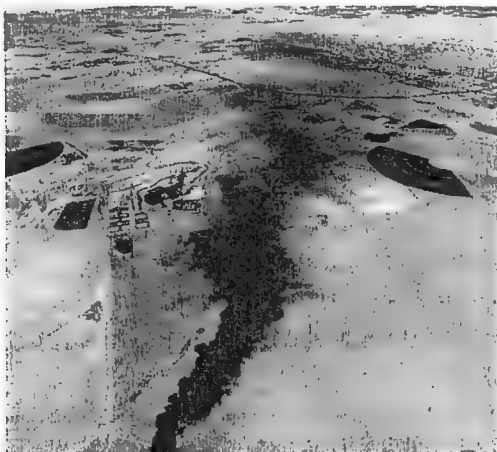
المكونات الخطرة في حمض الكبريتيك المستهلك تشمل الحمض نفسه والهيدروكربونات.

8- العامل الحفاز من عملية البلمرة.

البلمرة كما هو معروف هي اتحاد جزيئين أو أكثر من مركب ما، لتشكيل مركب آخر ذي وزن جزيئي أكبر؛ أي أن البلمرة هي عكس التكسي، ففي أي عمليات للتكرير تتكون هيدروكربونات غازية، ويتم ذلك بوضوح وبشكل بارز في عمليات التكسير. وإذا عرضت الغازات لدرجات حرارة مرتفعة ولضغط عالية يمكن التحكم فيها، فإن جزيئاتها تتحد "تتبلمر" في، جزيئات أكبر مكونة منتجات سائلة تسمى البلمرات **Polymers** المكونات الخطرة المحتملة في عمليات البلمرة بالعامل الحفاز تشمل حمض الفسفوريك والمعادن والهيدروكربونات.

الفصل الثالث

التلوث الناتج عن مراحل الصناعة البتروولية



الفصل الثالث

التلوث الناتج عن مراحل

الصناعة البترولية

أولاً... التلوث الناتج عن استكشاف واستخراج البترول الخام

ثانياً... التلوث الناتج عن إنتاج البترول الخام

ثالثاً... التلوث الناتج عن نقل وتخزين وتصدير البترول الخام

رابعاً... التلوث الناتج عن تكرير البترول الخام

خامساً... التلوث الناتج عن استهلاك المنتجات البترولية

سادساً... التلوث الناتج عن صناعة الغاز

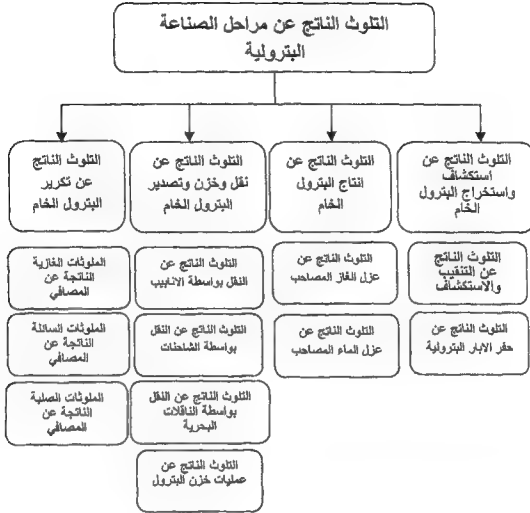
مقدمة

تعد المخلفات المشتقات الناتجة عن صناعة البترول من اخطر مهددات البيئة أن لم تراع ضوابط السلامة والحفاظ على البيئة. ذلك لأن البترول الخام يحتوي على مواد سامة مثل الكبريت الرصاص وغيرها وهذه المواد تشكل خطراً كبيراً على البيئة بمناطق الإنتاج، التكرير والتوزيع، وكذلك عبر خطوط النقل المختلفة. إن الخطر على البيئة في حالة البترول يشمل تلوث الهواء والتربة والمياه بما فيها المياه الجوفية، لهذا يهتم القائمون بأمر الصناعات البترولية بمسألة ادارة المخلفات البترولية ودورة هذه المخلفات، وهي في أساسها عمليات مكلفة تستخدم فيها تقنيات عالية لتجنب مخاطر تلوث الهواء والإضرار بالماء والتربة مما يشكل خطراً كبيراً على المواطنين القاطنين بمناطق إنتاج وتكرير البترول.

التلوث الناتج عن مراحل الصناعة البترولية

تتعدد الملوثات الناتجة عن مراحل الصناعة البترولية لتعدد تلك المراحل حيث تتميز كل مرحلة باتنتاجها للعديد من الملوثات والتي قد تتشابه مع المرحلة التالية لها أو مع مرحلة أخرى طبقاً لطبيعة العمليات التي تصاحب كل مرحلة من مراحل الصناعة البترولية. وعموماً يمكن إجمال التلوث الناتج عن مراحل الصناعة البترولية بالآتي:

- أولاً: التلوث الناتج عن استكشاف واستخراج البترول الخام.
- ثانياً: التلوث الناتج عن إنتاج البترول الخام.
- ثالثاً: التلوث الناتج عن نقل وخزن وتصدير البترول الخام.
- رابعاً: التلوث الناتج عن تكرير البترول الخام.
- خامساً: التلوث الناتج عن استهلاك المنتجات البترولية.



أولاً... التلوث الناتج عن استكشاف واستخراج البترول الخام

تتألف الصناعة البترولية (صناعة استخراج وإنتاج البترول الخام والغاز الطبيعي) من عدة مراحل متتالية تبدأ بمرحلة وضع وإجراء الدراسات الخاصة بالعملية ككل ثم مرحلة الاستكشاف والتنقيب بناء على الدراسات وتنتهي بعمليات الحفر والاستخراج ثم الإنتاج والتوزيع، ولكل مرحلة من مراحل الصناعية البترولية أضرارها البيئية والصحية وتأثيراتها الملوثة. وتنتج عن عمليات استخراج وإنتاج ونقل البترول والغاز العديد من الملوثات التي تنبعث من مختلف أنواع المعدات والماكينات والآلات بما فيها أجهزة الحرق والمشاعل والغلايات والكابسات والمضخات وغيرها وتشمل الملوثات:

الملوثات الغازية الناتجة من الصناعة الاستخراجية

تنبعث من عمليات استخراج البترول والغاز الطبيعي من الحقول والابار الموجودة في البحار والصحاري العديد من الملوثات الغازية التي تشمل غازات وأكاسيد النتروجين والكبريت وأكاسيد الكربون والعديد من الهيدروكربونات والعديد من المركبات العضوية المتطايرة وغاز الميثان، ويبين الجدول التالي اهم الملوثات الغازية المنبعثة اثناء استخراج البترول والغاز الطبيعي.

جدول 1-3

الملوثات الغازية المرافقة لعمليات استخراج البترول والغاز

نوع المادة الملوثة	العملية	الكمية المنبعثة جرام/م ³ من البترول أو الغاز المنتج
أكاسيد النتروجين NO _x	استخراج البترول الخام	3.8-3.6
المركبات العضوية المتطايرة VOCs	استخراج البترول الخام	27-3.5
أكاسيد النتروجين NO _x	استخراج الغاز الطبيعي	12-10
أكاسيد الكبريت SO _x	استخراج الغاز الطبيعي	أقل من 0.1
الميثان	استخراج الغاز الطبيعي	10.5-0.25
المركبات العضوية المتطايرة VOCs	استخراج الغاز الطبيعي	15-0.1

• الملوثات السائلة الناتجة من الصناعة الاستخراجية

ينتج عن الصناعة الاستخراجية للبترول ملوثات سائلة مختلفة عن عمليات معالجة البترول الرطب في منشآت انتاج البترول الخام. وتحتوي هذه المياه على كميات كبيرة من المواد البترولية تتراوح تركيزاتها بين 2500-500 جزء في المليون. وهذه المواد البترولية الموجودة في المخلفات السائلة تحتوي على العديد العناصر الثقيلة كالرصاص

والكاديوم والزنك والنيكل والنحاس كما أنها قد تحتوي على مواد فينولية.

وبين الجدول التالي خصائص الملوثات السائلة الناتجة من عملية استخراج البترول الخام في مواقع الآبار والحقول.

جدول 2-3

خصائص المياه الملوثة الناتجة عن الصناعة الاستخراجية

المعدل جرام/لتر	القيم المثالية جرام/لتر	العنصر
200	1300-100	زيت البترول والدهون
450	1600-35	الكربون الكلي العضوي TOC
75	400-20	المواد الصلبة العالقة الكلية TSS
100.000	200.000-30.000	المواد الصلبة الذائبة الكلية TDS
	340-120	الأكسجين الحيوي الممتص BOD
	580-180	الأكسجين الكيميائي المستهلك COD
	50	الفينول
	0.8	الكاديوم
	2.4	الكروم
	0.5	النحاس
	0.2	الرصاص
	0.1	الزنك
	0.45	النيكل

وقد يتواجد بمواقع آبار البترول ملوثات سائلة أخرى ناتجة عن هطول الأمطار والسيول في المواقع، فسقوط الأمطار في مناطق العمليات يؤدي

إلى تلوث الماء الساقط بالمواد البترولية. وعند قياس نسبة الملوثات في مياه الأمطار بعد سقوطها في مناطق عمليات استخراج البترول وجد أن تركيز الهيدروكربونات يتراوح بين 200-500 مجم/لتر. ويجهز المسئولين في مواقع استخراج البترول حفر بعيدة نسبياً عن منطقة الحفر ليجمع فيها كل السوائل الناتجة عن اختلاط الأمطار بالمواد البترولية وكل السوائل الهيدروكربونية المندفعة من الآبار ليتم التخلص منه بالحرق فيما بعد.

• الملوثات الصلبة الناتجة من الصناعة الاستخراجية

تعد أطيان الحفر هي أهم الملوثات الصلبة الناتجة من عمليات استخراج البترول وتسمى أطيان الحفر (بالبنتونايت)، وتتراوح الكميات المنتجة من أطيان الحفر أثناء عمليات الاستخراج بحدود 0.3-0.5 كجم لكل طن من البترول المستخرج. وترجع خطورة أطيان الحفر بينياً في أنها تحتوي على بعض المواد السامة مثل البنزين والريصاص بنسبة 0.05 ملجرام لكل كجم. كما تعد الأملاح والكيماويات والأوحال المصاحبة لعمليات الحفر من أخطر المخلفات الصلبة الملوثة للبيئة، وتلجأ منشآت البترول إلى نشر هذه المخلفات الصلبة وتخفيفها حيث يتم حفر حفرة بالقرب من البئر للتأكد من عدم جرفها بواسطة الأمطار. ويتم تخفيف المخلفات الطلبة بالرمال بنسبة 1 حجم مخلفات إلى 3 حجم رمال أو تراب ثم تطمر على عمق من متر إلى متر ونصف تحت سطح الأرض، وأحياناً تنثر على الأراضي ويتم حرثها وتمزج مع التراب.

ويمكن تقسيم الملوثات الناتجة صناعة استخراج البترول والغاز (الصناعة الاستخراجية) إلى ثلاثة أقسام طبقاً لمراحل استخراج البترول الخام أو الغاز الطبيعي وهي كالآتي:

1. التلوث الناتج عن عمليات التنقيب والاستكشاف

2. التلوث الناتج عن عمليات حفر الآبار البترولية

1- التلوث الناتج عن عمليات التنقيب والاستكشاف

تتألف عمليات الاستكشاف والتنقيب عن حقول البترول والغاز الطبيعي من عدم عمليات متتالية تبدأ بعملية المسح الجيولوجي والمسح الجيوفيزيقي

بالأجهزة وتنتهي بحفر الآبار الاستكشافية. وباستثناء عملية حفر الآبار الاستكشافية فإن عمليات التنقيب والاكتشاف لا ينتج عنها الا القليل من التلوث، والذي يتوقف نوعه على طبيعة المناطق التي يجري بها تجارب التحري عن وجود البترول الخام أو الغاز الطبيعي فالمناطق البرية الصحراوية تختلف عن المناطق البحرية وهكذا. ففي المناطق البرية التي يحفر فيها الآبار الاستكشافية تسبب الانفجارات وعمليات الحفر بالمعدات الثقيلة تلوث ضوضائي ملحوظ يؤثر على سكان هذه المناطق، أو تؤثر هذه العمليات على تواجد حيوانات أو طيور بعينها حيث تحد من تواجدها وقد تضطر هذه الحيوانات البرية والطيور إلى الهجرة نظراً للإزعاج الشديد الذي تسببه الضوضاء لها. أما في المناطق البحرية فإن المسوحات في البحيرات والبحار فقد تسبب ابتعاد الكائنات المائية وخاصة الأسماك عن مناطق التفجيرات وقد تسبب الكيماويات الناتجة عن التفجيرات تسمماً لبعض أنواع الأسماك والكائنات المائية الموجودة بتلك المناطق. وقللت الأجهزة الحديثة من العمليات الملوثة أثناء الاستكشاف والتنقيب عن البترول. أما التلوث الناتج عن حفر الآبار الاستكشافية فيشابه التلوث الناتج عن عملية حفر الآبار الانتاجية ويتمثل غالباً في تدفق كميات من زيت البترول أثناء عمليات التنقيب عن البترول في المناطق المغمورة أو في المناطق البرية.



صورة تبين التسرب الحادث من 3 آبار نقطة يهدد الثروة السمكية بمنطقة خليج السويس

ب- التلوث الناتج عن عمليات حفر الآبار البترولية

تستخدم العديد من المواد في حفر الآبار الاستكشافية أو الآبار الإنتاجية من أهم هذه المواد:

- المياه.
- الطين.
- الأحماض والكيماويات المختلفة كمواد مضافة.

وتعد هذه المواد المستخدمة مصادر للتلوث الناتجة عن عمليات الحفر، فهذه المواد سواء كانت داخلة أو خارجة من البئر البترولي فإنها يمكن أن تتسرب أو تختلط مع عناصر البيئة مسببة تلوثها. والمواد المضافة أثناء عملية الحفر غالباً ما تكون مواد سائلة أو صلبة. وتؤدي هذه الإضافات إلى تلوث البيئة المائية بمناطق الحفر أو المناطق المجاورة فتتلوث المياه الجوفية بصورة خاصة والمياه السطحية، كما تتلوث البيئة الأرضية متمثلة في تلوث الأراضي المجاورة لمناطق الحفر. وتختلف درجة التلوث ونوعيته حسب طبيعة المواد المضافة التي تكون ذات طبيعة كيميائية والتي تعتمد بدورها على طبقات الأرض التي يتم حفرها (سواء كانت مسامية أو مصمتة)، وعموماً المواد المضافة تتكون غالباً من:

(1) **المياه:** وهي غالباً مياه عذبة أو مياه محتوية على بعض الأملاح مثل أملاح الماغنيسيوم والكالسيوم أو أملاح كلوريد الصوديوم.

(2) **أطيان الحفر:** وهي نوعين أساسيين النوع الأول عبارة عن مواد صلبة غير متفاعلة خاملة إلى حد ما مثل البرايت، الفتات الصخري، حجر الكلس، الرمل، النوع الثاني مواد صلبة متفاعلة مثل المواد الطينية المضافة لزيادة اللزوجة مثل صخور السجيل، الكالونايت، اللايت.

(3) **المواد الكيميائية المضافة:** وتعتمد أنواعها وكمياتها في نوعية الطين المستخدم والذي ستضاف إليه المواد الكيميائية، ومنها مواد مزيّدة للزوجة (بوليمرات زيادة اللزوجة)، مواد مخفضة للزوجة، مواد رافعة للقاعدية (مثل القلويات)، مواد زيتية، مواد مانعة للتآكل، مواد مبيدة للبكتيريا، مواد مزيّلة

للفقاعات وغيرها.

وبصورة عامة فإن المواد المضافة تستخدم للأغراض التالية:

- رفع الفتات الصخري وحبات الرمل الكبيرة من قاع البئر إلى السطح.
- تقوم طينة الحفر بتبريد مثقاب الحفر الذي ترتفع درجة حرارته كلما تقدم في الصخور.
- تقوم طينة الحفر بتثبيت جدران البئر فتمنعها من الانهيار.
- تقوم طينة الحفر بالتحكم في الغازات التي يقابلها الحفر.
- تتيح طين الحفر للجيوالوجيين عينات من الصخور الموجودة في باطن الأرض، لفحصها والاستدلال على نوعها، وكذلك للحصول على المعلومات المتعلقة بطبقات الأرض، والتعرف على أية شواهد بترولية أو غازية.



وعند الانتهاء من حفر البئر البترولي والبدء باستخراج البترول الخام من الأرض فإن الأراضي المحيطة بالبئر تتلوث تلوثاً شديداً بالمواد البترولية وبكميات كبيرة من البترول الخام بسبب النافورة البترولية المتولدة من تدفق البترول الخام إلى الخارج بفعل ضغط المكمن البترولي. كما أنه من الممكن أن يتسرب البترول الخام من خلال جدران البئر مسبباً تلوثاً للتربة والمياه الجوفية أثناء استخراج البترول الخام. كما أن حقن الماء والغاز في بئر البترول عندما يكون ضغط البئر غير كافٍ لدفع البترول والغاز إلى أعلى يسبب تلوثاً وضرراً شديداً للبيئة يمكن إجماله في الآتي:

- الغازات المصاحبة لتدفق البترول الخام تلوث الهواء عند وصولها لسطح الأرض نتيجة لتبخرها وتطايرها. ونظراً لأن البترول الخام عند تدفقه قد يحتوي على مواد سائلة خفيفة قابلة للتبخر والتطاير

فإن هذه السوائل تلوث الهواء بتبخرها وانتشارها في الهواء المحيط.

- تلوث الأرض المحيطة بالبئر والتربة بالبتروول الخام وبسوائل الحفر والكيمياويات المستخدمة في الحفر كالأحماض.
- تلوث مصادر المياه القريبة سواء كانت مصادر سطحية أو جوفية بالبتروول الخام المتدفق من الآبار البتروولية، خاصة المياه الجوفية التي تتلوث بفعل التسريب من جدران البئر.
- عند استخراج البتروول من البحر فإن تدفق البتروول الخام يلوث البيئة البحرية تلوثاً شديداً.
- تلوث المنتجات والمحاصيل الزراعية والنباتات البرية الطبيعية القريبة من آبار البتروول بسبب تلوث الأراضي المحيطة أو بسبب تلوث مصادر المياه التي تروي بها هذه المزروعات.
- تسمم بعض الحيوانات في المناطق المحيطة بآبار البتروول نتيجة تلوث غذائها بالبتروول الخام وتتلوث مصادر شربها المائية بالمواد البتروولية.

في الآبار الغازية كآبار الغاز الطبيعي فإن مظاهر التلوث نتيجة لحفر الآبار الغازية لا تختلف كثيراً عن عمليات حفر الآبار البتروولية؛ إلا أن التلوث الغازي قد يكون أكثر انتشاراً في حالة الغاز منه في حالة البتروول الخام.



وسوف نتحدث عن أهم المواد المضافة أثناء عمليات حفر الآبار البتروولية وهي مواعع الحفر والتي لها آثار بيئية شديدة.

موانع الحفر والتحديات البيئية

كان الناس قديمًا يحفرون الأرض بحثًا عن الماء وليس البترول. وفي الواقع كانوا يشعرون بالضيق إذا وجدوا البترول بالصدفة فقد كان يلوّث لهم المياه ! وكانت الآبار قديمًا تحفر للعثور على الماء لاستخدامه في الشرب والغسيل والزراعة والحصول على الماء شديد الملوحة (الأجاج) والذي كان يستخدم كمصدر للملح. وفي القرن التاسع عشر فقط شاع التنقيب عن البترول عندما أدت الثورة الصناعية إلى زيادة الحاجة إلى منتجات البترول.

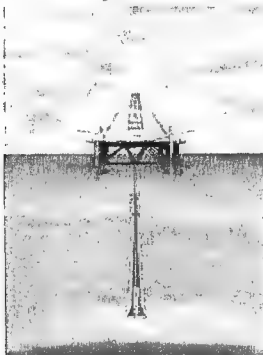
وترجع أول التسجيلات عن حفر الآبار إلى القرن الثالث قبل الميلاد في الصين. وقد تضمنت التقنية المستخدمة وقتها - وهي الحفر بالكابل - إسقاط عدة حفرة معدنية ثقيلة ثم إزالة الصخر المتفتت نتيجة سقوطها باستخدام حاوية أنبوبية. وكان الصينيون متقدمون نسبيًا في هذا المجال وهم يعتبرون أول من استخدم الموانع استخدامًا مقصودًا في عملية الحفر وفي تلك الحالات كان المانع المستخدم هو الماء، وكان يؤدي إلى تليين الصخر مما يجعل عملية اختراقه أسهل، وكان يؤدي إلى إزالة قطع من الصخر المفتت المعروفة باسم الجذاذات (من المهم إزالة قطع الصخور من حفرة البئر لكي تقوم لقمة الحفر بالحفر بحرية وسهولة).

وفي عام 1833 وبينما كان مهندس فرنسي يسمى فلوفيل يراقب عملية حفر باستخدام الكابل حيث كان جهاز الحفر قد وصل إلى الماء، أدرك أن الماء المتدفق كان له تأثير واضح في رفع قطع الصخور إلى خارج البئر ومنذ ذلك الحين تأسس مبدأ استخدام مائع متحرك في إزالة قطع الصخور من حفرة البئر. وقد أعد جهازًا يتم فيه ضخ الماء إلى أسفل داخل عمود الحفر ثم يحمل معه نواتج الحفر عند عودته إلى السطح في الفراغ الموجود بين عمود الحفر وجدار حفرة البئر. وقد أصبح هذا الإجراء إجراءً قياسيًا في كل عمليات الحفر المستخدمة حاليًا.

وقد حلت معدات الحفر الدوارة محل معدات الحفر بالكابل إلى حد كبير. وباستخدام تلك التقنية، أصبحت لقمة الحفر موجودة في مقدمة أنبوبة دوارة. وهذه العملية شبيهة بتلك المستخدمة في المثقاب اليدوي أو ملف النجار الذي تستخدمه عندما تريد الحفر في قطعة من الخشب. ولكن بدلاً من الحفر لعدة بوصات أو سنتيمترات في الخشب، فإن الآبار الحديثة قد

يصل عمقها إلى عدة آلاف من الأقدام أو الأمتار في باطن الأرض. وعند الحفر في الخشب يتم التخلص من نواتج العملية عن طريق المسارات الحلزونية بطول المثقاب. وهو عمل يكون مجدياً عند التعامل مع الثقوب غير العميقة، وليس مع الآبار العميقة. وبدلاً عن ذلك يتم حمل نواتج الحفر إلى السطح مع الطين العائد.

وكلما ازداد عمق الآبار، تتزايد أهمية موائع الحفر؛ حيث تستخدم في العديد من الأغراض وتحل العديد من المشاكل التي تختلف اختلافاً كبيراً من مكان إلى آخر.

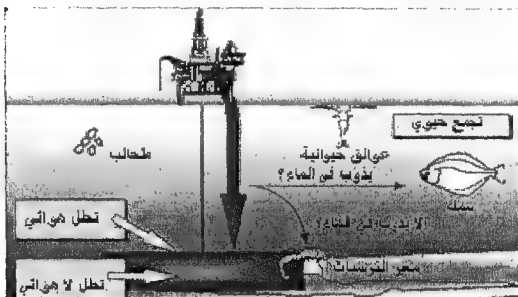


الحفر الدوراني من منصة بعيدة عن الشاطئ؟

مائع الحفر والتلوث البيئي

يعتبر التحدي الأكبر اليوم فيما يتعلق بتركيب موائع الحفر هو مواجهة ارتفاع الضغط ودرجة الحرارة اللذين يوجدان في بعض الآبار العميقة والآبار الأفقية مع تجنب إحداث أضرار بيئية. ويجب اختيار مكونات مائع الحفر بحيث يؤدي أي تصريف للطين أو الصخور إلى أقل ضرر ممكن للبيئة. وتعتبر الاهتمامات البيئية هي العامل المحرك الرئيسي للأبحاث الخاصة بتطوير موائع الحفر، كما أن لصحة العاملين على جهاز الحفر تأثير هام عند اختيار مائع الحفر؛ حيث يتم اختيار المنتجات بحيث يكون لها حد أدنى من الضرر على الصحة.

وبالرغم من أن الموانع هي مواد أساسية في عمليات الحفر الناجحة للبئر البترول، فيمكنها أن تصبح أحد مظاهر الفوضى والاضحاك الناتجة عن عملية الحفر. أما قطع الصخور التي تم إخراجها من حفرة البئر فيجب التخلص منها، وكذلك أي مانع حفر يظل عالقا بها، وبينما يكون التأثير البيئي في موقع البئر صغيراً نسبياً ومحدوداً في المنطقة المحيطة بعملية الحفر، فيمكن أن يكون التأثير البيئي حول جهاز الحفر كبيراً. وتعتمد درجة تأثير موانع الحفر على البيئة على نوع الطين المستخدم والظروف البيئية السائدة. وتعتبر موانع الحفر التي أساسها الماء والمستخدم في عمليات الحفر البحرية أقل تلويثاً بالمقارنة بتلك التي أساسها الزيت (وعلى العكس، فإن التصريفات الناتجة من الحفر الذي يتم على الأرض تكون لها تأثيرات مختلفة، ويمكن أن يتسبب محتوى الملح في الطين في خلق مشكلات أخرى غير التي يسببها محتوى الهيدروكربون.



ومع العديد من الملوثات يتغير التأثير على البيئة طبقاً لنوع المادة الملوثة التي يتم تصريفها والتي تنتشلت بالتالي خلال البيئة المحيطة. وعند تصريف قطع الصخور الملوثة بالبترول تحت الماء، فإنها لا تنتشلت بنفس القدر الذي تنتشلت به أنواع الطين التي أساسها الماء، وقد تكون أكواما من الصخور تصبح جزءاً من قاع البحر. ويمكن أن يكون للتركيزات الكبيرة من المواد العضوية مثل البترول، تأثير كبير على النباتات والحيوانات التي تعيش في قاع البحر. وعند تحلل المواد العضوية، يتم استهلاك الأكسجين وإنتاج كبريتيدات سامة، وهذه الظروف يمكن أن

تسبب حدوث إزالة تامة لمعظم مظاهر الحياة في قاع البحر قريباً من جهاز الحفر.

وفي المنطقة المحيطة مباشرة بجهاز الحفر توجد منطقة استخلاص توجد بها نباتات وحيوانات قادرة على تحمل بعض درجات التلوث. أما الكائنات الحية الأقل تحملاً والتي تعيش بجوار مصدر التلوث فتظهر بالتدريج بالقرب من جهاز الحفر كلما تمت معالجة الموقع. وأما معظم الخطر فيتركز في دائرة قطرها 500 متراً من موقع جهاز الحفر، ولكن هناك بعض التأثيرات البيولوجية تم الإعلان عنها عن بعد يصل إلى 10 كم. وعند الحفر داخل الماء في مناطق تكون بها تيارات مائية قوية، تميل القطع التي تم التخلص منها إلى الانتشار مكونة غطاءً رقيقاً على قاع البحر بالقرب من موقع التصريف، مما يجعلها خاضعة بصورة أكبر لتأثير الكائنات الحية الدقيقة التي تعمل على تحليل مائع الحفر العالق بها والإسراع بتنظيف قاع البحر.

لماذا نستخدم موائع حفر تخليقية؟

نتج عن استخدام قطع الصخور الملوثة بموائع الحفر التي أساسها الزيت خطر شديد على البيئة في أجزاء كثيرة من العالم، وأدى ذلك إلى تطوير موائع حفر تخليقية صديقة للبيئة ليست ذات أداء جيد فحسب، ولكنها أقل سمية أيضاً، وفي معظم الحالات تكون أكثر قابلية للتحلل الحيوي.

كيف يتم اختبار موائع الحفر وتنظيمها؟

يتفاوت تنظيم موائع الحفر حسب الموقع الجغرافي والتشريع المحلي. يتم عمل الاختبار لتحديد مقدار السم للمواد الكيميائية المختلفة. يتم عمل اختبارات إضافية لجمع البيانات حول التحلل الحيوي والتراكم الحيوي.

اختبارات السمية

تستخدم اختبارات السمية للتنبؤ بتأثير المادة الملوثة على البيئة المستقبلية لها. وتستخدم نتائج تلك التجارب في تقدير أقصى كمية من المادة يمكن تصريفها بدون أن يكون لها تأثير سام مباشر على البيئة. ويعتمد نوع الاختبار الذي يتم إجراؤه على التشريعات المحلية وعلى السمية المحتملة للملوثات، فعلى سبيل المثال في بعض الأماكن يتم اختبار موائع الحفر التي أساسها الزيت على كائنات دنيا تعرف باسم "معدات استخدام

الرسابه". وهذه الحيوانات تحصل على غذائها بأكل الرواسب ويحتمل أن تتأثر بالقطع الملوثة بالزيت التي تتجمع في قاع البحر. أما موانع الحفر التي أساسها الماء، فيتم اختبار تأثيرها على السمك الذي يتعرض غالباً للمواد القابلة للذوبان في الماء.

تقليل التأثيرات على البيئة

يعتبر التحلل الحيوي عاملاً حاسماً في تقليل التأثير البيئي طويل المفعول لموانع الحفر. وهناك اعتبار آخر يحكم تصميم مائع الحفر وهو تقليل السمية على السمك ومعدات استخدام الرسابة والطحالب والعوالق الحيوانية. ولكن من المهم بنفس القدر تقليل كمية الصرف في المقام الأول. ويتم تحقيق ذلك بإعادة تدوير موانع الحفر بقدر ما يمكن وبتصميمها بطريقة يسهل معها تحقيق ذلك. وعلى سبيل المثال فإنه في مناخل هزاز الحجر تنفصل الموانع ذات اللزوجة المنخفضة بسهولة من قطع الصخور، الأمر الذي يؤدي إلى استخلاص مائع الحفر وتقليل كمية المواد العضوية المنصرفة إلى البحر.

وقد بدأت موانع الحفر في صورة طين، أي مجرد طفلة وماء، ولم يتبق من تلك الموانع إلا اسمها. فالموانع الحديثة يتم تصميمها لتواجه حفر متعددة، وهناك الكثير من العوامل التي يجب أخذها في الاعتبار وتقييمها تقييماً جيداً، ولا يعد الأمان البيئي أقل من هذه العوامل.

التحلل والتراكم الحيوي ومكافحة التلوث البترولي

التحلل البيولوجي هو تكسير مادة عضوية، مثل البترول، بتأثير كائنات حية، تعرف باسم الكائنات الحية الدقيقة وخصوصاً البكتيريا. وتتحلل بعض المواد حيويًا بصورة أسرع وبدرجة أكبر من المواد أخرى. وينتج عن التحلل الحيوي الكامل يكون الماء وثنائي أكسيد الكربون. ويمكن أن تتحلل بعض المواد إلى جزيئات وسطية أصغر. ويسمى ذلك بالتحلل الابتدائي. وعادة ما تكون تلك الجزيئات مركبات بسيطة في عملية التحلل الحيوي النهائي، ولكن يمكن في بعض الحالات أن تكون قادرة على البقاء أو تكون أكثر سمية من المادة الملوثة الأصلية.

ويمكن أن يحدث التحلل الحيوي في ظروف هوائية (في وجود الأكسجين) وظروف لا هوائية (بدون أكسجين). وإذا كانت الملوثات مشتقة تشبثًا

جيداً في الماء يكون هناك كمية وافرة من الأكسجين المطلوب للتحلل الهوائي. ويتحلل الطين الذي أسامه الماء بسرعة لأنه يذوب في الماء. ولا تتشنت قطع الصخور الملوثة بالبترول ولكن تميل إلى الاستقرار في منطقة صغيرة من قاع البحر بالقرب من جهاز الحفر، يمكن أن يؤدي هذا التركيز المرتفع للمواد العضوية إلى خلق ظروف لا هوائية عند ما يستهلك النشاط البكتيري السريع الأكسجين المتوفر في المنطقة.

التراكم الحيوي:

يسمى تراكم الكيماويات في خلايا الكائنات الحية بالتراكم الحيوي، ويعتمد مقدار التراكم الحيوي على النسبة بين معدل دخول المادة إلى خلايا الكائن الحي ومعدل تكسيرها أو التخلص منها. فإذا قام كائن حي باستيعاب كمية قليلة من المادة الملوثة فقد يكون قادراً على التخلص منها بدون حدوث تراكم ملحوظ، ومع ذلك فإذا لم تكن الكائنات الحية قادرة على إزالة التلوث من جسمها فسوف يحدث تراكم حيوي. كما يمكن أيضاً، عندما تكون البيئة ملوثة تلوثاً شديداً، أن يقوم كائن حي بامتصاص كمية من المادة أكثر مما يمكنه التخلص منها في نفس الفترة الزمنية. وسوف يحدث التراكم الحيوي ما لم يقل تركيز الملوثات.

ثانياً... التلوث الناتج عن إنتاج البترول الخام

يصاحب البترول أثناء خروجه من البئر غازات وأملاح ومياه وشوائب ميكانيكية "رمال وطين"، ولذا يجب فصل هذه الأشياء جزئياً في الحقل، وكلينا بعد ذلك في معمل التكرير. عمليات الفصل هذه تلي مرحلة استخراج البترول الخام من البئر وتشمل الآتي:

• عزل الغاز المصاحب للبترول.

• فصل المياه.

• عزل الأملاح والشوائب الأخرى.

وتجري هذه العمليات عند السطح وبالقرب من حقول الإنتاج، وتصاحب كل عملية من هذه العمليات انبعاث عوامل تلوث مختلفة يمكن أن تصيب البيئة.

(1) عزل الغاز المصاحب للبترول

غالبًا ما يكون الغاز الطبيعي متواجدًا مع البترول الخام، إما مذابًا أو طافيًا على سطحه وفي هذه الحالة يسمى هذا النوع من الغاز "غاز مصاحب". إن الغاز الذي يصاحب البترول أثناء خروجه من البئر، يجلب فصله عن البترول. ويتم هذا الفصل في حقول البترول في وحدات خاصة تسمى محطات العزل أو مصائد العزل، وذلك بواسطة خفض سرعة حركة مخلوط البترول الغاز. والخفض التدريجي للضغط بما يضمن فصل المكونات الغازية، وتستخدم طريقة فصل الغاز على عدة مراحل في حالة وجود ضغط عالٍ في البئر. تجمع الغازات المفصولة وترسل إلى وحدات معالجة الغاز الطبيعي حيث يتم تجزئته إلى مكوناته. وفي كثير من الأحيان يضطر إلى حرق كميات قد تكون صغيرة أو كبيرة من الغاز الطبيعي المصاحب المعزول. ويؤدي هذا الحرق إلى تلوث الهواء بالملوثات الغازية الناتجة عن حرق هذا الغاز والتي تشمل أكاسيد الكربون والنتروجين وأكسيد الكبريت وكبريتيد الهيدروجين. إلا أنه في الآونة الأخيرة يتم الاستفادة من هذا الغاز عن طريق جمعه وتخزينه للاستفادة منه في توليد الطاقة داخل حقول البترول.

(2) عزل المياه المصاحبة

مع البترول الخام المنتج تنتج كميات من الماء خصوصًا عند استخدام أسلوب حقن الماء لاستخراج البترول الخام. وتستخدم المياه أيضًا في عمليات غسل البترول الخام لتخليصه من الأملاح في حالة وجود الأملاح بكثرة مع البترول الخام المستخرج حيث يعمل الماء كمذيب لهذه الأملاح. (وقد أثبتت التجربة العملية أنه لكي يمكن تكرير البترول يجب ألا تزيد نسبة الأملاح فيه عن 50 ملليجرام/لتر، بل وأقل من ذلك، في حالة تكرير البترول مع الحصول على منتجات متبقية [الكوك البترولي مثلاً] وتجري عملية نزع الأملاح للحصول على النسبة المذكورة). ويفصل الماء من البترول في بعض الأحوال بسهولة نسبية، ولكنه يكون مستحلبات ثابتة مع البترول في البعض الآخر. ويتم فصل الماء إما في محطات فصل الغاز المصاحب أو في محطات خاصة. وبعد عملية الفصل تأتي مشكلة التخلص من الماء المفصول إذا احتوي هذه الماء عادة على نسبة من البترول الخام، مع نسب متفاوتة من الأملاح والمواد الصلبة العالقة. ويمكن إعادة استخدام

هذا الماء بعد معالجته مرة أخرى في استخراج البترول الخام بحقن الماء، أو يجري معالجة هذه المياه قبل طرحها إلى المسطحات البيئية، أو يتم تعريض هذه المياه للتبخير الطبيعي بالشمس في أحواض خاصة أو حفر خاصة أو في العراء؛ إلا أن هذه الطريقة تؤدي إلى تلوث البيئة المحيطة فتلوث الهواء والتربة واحتمال تلوث المياه الجوفية. والاجواء المحيطة سوف تتلوث بالمشتقات البترولية الهيدروكربونية الخفيفة التي تتبخر مع الماء الملوث. في حين أن التربة سوف تتلوث بالمشتقات الثقيلة والأملاح (في حالة عدم عزل التربة). أما المياه الجوفية فسوف تتلوث نتيجة اختلاطها بالمواد البترولية المتسربة إلى داخل الأرض.



ثالثاً... التلوث الناتج عن نقل وخرن وتصدير البترول الخام

يكون البترول الخام جاهزاً للتكرير بعد عزل الماء وعزل الغاز إلخ صاحب؛ إلا أن حقول البترول غالباً ما تكون بعيدة عن مصانع التكرير وذلك لحاجة مصانع التكرير إلى مصدر دائم للطاقة ومصدر للماء للتبريد بالإضافة إلى تجهيزات فنية كثيرة يصعب توفيرها في الحقول والآبار الموجودة في الصحراء أو تلك الموجودة في البحار. ومن ثم فإنه يقتضي نقل البترول الخام من أماكن إنتاجه إلى مصانع التكرير. وهناك أساليب ووسائل نقل مختلفة تعتمد على مجموعة من العوامل؛ إلا أن الوسائل التالية هي أكثر الوسائل المستخدمة لنقل البترول الخام إلى أماكن تكريره:

1- النقل بواسطة الأنابيب البرية أو البحرية.

2- النقل بواسطة الشاحنات المجهزة.

3- النقل بواسطة الناقلات البحرية العملاقة.

4- النقل بواسطة صهاريج السكك الحديدية (غالبًا خاصة بمنتجات التكرير والوقود أكثر).

ولكل طريقة من هذه الطريقة آثارها الملوثة للبيئة وهذا ما سوف نتناوله في السطور القادمة.

أ- التلوث الناتج عن النقل بواسطة الأنابيب

يعتبر استخدام الأنابيب في نقل البترول الخام أو مشتقاته من أنجح وأجود الوسائل المستخدمة نظرًا لكفاءتها العالية ولأنها تعمل لفترة طويلة من الزمن كما أن أضرارها البيئية محدودة. ولنقل البترول ومشتقاته بواسطة الأنابيب العديد من الإيجابيات نتلخص في الآتي:

- إمكانية وسهولة نقل البترول الخام من الحقول والآبار إلى مصافي التكرير.
 - إمكانية وسهولة نقل البترول الخام من الحقول والآبار إلى محطات توليد الكهرباء.
 - إمكانية وسهولة نقل المنتجات البترولية من مصادر الإنتاج إلى مستودعات وأماكن التخزين.
 - إمكانية وسهولة نقل المنتجات البترولية من مستودعات التخزين إلى مستودعات التوزيع والامداد الرئيسية.
 - سهولة تشغيل وصيانة محطات الضخ وشبكات الأنابيب.
 - يتميز النقل بخطوط الأنابيب باستمرار عملية النقل بصرف النظر عن نوع السائل المنقول أي يتم نقل مختلف أنواع السوائل بالتعاقب داخل خط الأنابيب وليس نقل نوع واحد من السوائل.
 - ومن الأخطار المحسوبة في نقل البترول عبر الأنابيب، تعرض خطوط الأنابيب لعوامل التعرية والتآكل والتقلبات المناخية والهزات الأرضية والتخريب والكسر؛ مما يعرضها للتلف وتلوث البيئة المحيطة بالأمكان النالفة، ناهيك عن الحرائق الناتجة عن التسربات البترولية.
- أسباب حدوث الكسورات في أنابيب البترول

- تآكل الأنابيب لتقدمها (خاصة الأنابيب المعدنية) وعدم وجود أنظمة حماية من التآكل.

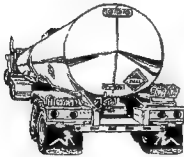
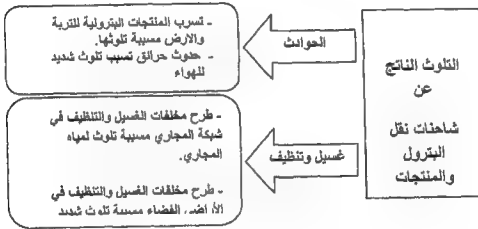
- حوادث الأنابيب مع وسائل النقل بالاصطدام، كاصطدام وسائل النقل البرية بالأنابيب الأرضية واصطدام الغواصات بالأنابيب البحرية.
- حدوث الزلازل والهزات الأرضية والفيضانات العنيفة يمكن أن تؤدي إلى تحطم وتكسر أنابيب نقل البترول
- أعمال السرقة حيث يقوم اللصوص بعمل فتحات في الأنابيب لسرقة المنتجات البترولية منها.
- الحروب والأعمال العسكرية المتعمدة وغير المتعمدة.
- الأعمال التخريبية أثناء الثورات والحروب مثلما حدث بعد احتلال العراق بالقوات الأجنبية.

ويمكن أن تصاحب الكسورات حرائق تنجم بسبب الأسباب التالية:

- احتراق وسائل النقل التي تصطدم بالأنبوب
 - عدم وجود الأنابيب في أعماق آمنة، وعدم اتخاذ احتياطات السلامة والأمان في المناطق التي تمر بها الأنابيب.
 - عمليات قصف الأنابيب أثناء الحروب والاضطرابات
 - زرع القنابل والعبوات الناسفة والألغام بقصد التخريب.
- ويتمثل التلوث الناتج عن النقل بواسطة الأنابيب في حدوث كسر للأنابيب وتسرب البترول منها في البيئة، فتتسرب المواد البترولية على الأرض مسببة تلوث للتربة، وفي داخل الأرض مسببة تلوث للمياه الجوفية. أما إذا كانت الأنابيب بحرية فإن التسرب سوف يلوث ماء البحر تلوثاً شديداً بالمواد البترولية مسبباً أضراراً بيئية خطيرة نتيجة للزيت المنسكب والبقع البترولية المتسربة على سطح الماء وفي داخله.
- وهناك مصدر آخر كبير للتلوث الناتج عن نشاط النقل بالأنابيب وهو التلوث الناتج عن اختلاط المشتقات البترولية مع بعضها البعض فيما ما يعرف بـ "المزيج الملوث" وهو عبارة عن مزيج من المشتقات البترولية (بنزين - نפט أبيض - زيت الغاز) يتكون من جراء الضخ التعاقبي للمنتجات البترولية بالأنابيب.

ب- التلوث الناتج عن النقل بواسطة الشاحنات

تستخدم شاحنات النقل البرية في نقل المشتقات البترولية غالباً ونادراً ما تستخدم لنقل البترول الخام. وتصمم هذه الشاحنات بعوامل أمان وسلامة وممانعة عالية. إلا أنه الحوادث تعد السبب الرئيسي لتسرب البترول من هذه الشاحنات. وغالباً ما تصاحب هذه الحوادث حدوث حرائق تشعل النار في البترول أو مشتقاته مما يسبب تلوث للهواء بجانب تلوث التربة والأرض التي يحدث عليها التسرب. وهناك مصدر آخر للتلوث بهذه الشاحنات فعمليات تنظيف وغسيل أحواض هذه الشاحنات تتم باستخدام منظفات صناعية كيميائية ومذيبات معينة، وغالباً ما تطرح مخلفات الغسيل والتنظيف للشاحنات في شبكة المجاري العامة مسببة تلوثها الشديد بالزيوت والمنظفات الصناعية والمواد الكيميائية المستخدم في التنظيف والغسيل. وقد تطرح هذه المخلفات في الأراضي الفضاء مسببة تلوث أرضي شديد.



ج- التلوث الناتج عن النقل بواسطة الناقلات البحرية العملاقة

يجري تصدير البترول الخام والمشتقات البترولية عن طريق البحر بواسطة الناقلات البحرية العملاقة حيث يجري تحميلها بالمواد البترولية من موانئ خاصة مجهزة ومصممة لهذا الغرض. ويمكن أن تكون هذه الموانئ على اليابسة أو في البحر على شكل منصات منصوبة في الماء ومرتبطة باليابسة بواسطة أنابيب ممتدة تحت سطح الماء. وتعتبر عملية نقل البترول ومشتقاته بواسطة الناقلات البحرية من أكبر وأخطر العمليات الملوثة للماء إذا يبلغ 25 % من التلوث البترولي للماء بسبب الناقلات البحرية. ويمكن إجمال التلوث الناشئ عن التصدير لبترول الخام عن طريق البحر بما يلي:

(1) التسرب الناتج عن ماء التوازن.

تستخدم الناقلات البحرية نظام لحفظ توازنها داخل البحر وخاصة عندما تكون فارغة وتستخدم معظم السفن ماء البحر في عملية التوازن والتثبيت، ويتم تفريغ ماء حفظ التوازن هذا من السفينة أثناء تحميلها بالبترول. فبعد تفريغ الشحنة في مرفأ يبقى 1.5% من كمية البترول بالغانبار وعند العودة إلى المرفأ يملأ 30 % من حجم المستودعات الناقلة بمياه البحر لحفظ توازنها فتتمزج بكمية 1.5 % من البترول والذي يسمى الصابورة وقبل التوجه إلى ميناء شحن البترول تفرغ ما لديها من مزيج "بترول + ماء" في البحر ويكون قد أصبح مستحلباً يطفو على سطح الماء مسبباً تلوثاً لماء البحر.

(2) التسرب نتيجة لحوادث الناقلات

تحدث الكثير من الحوادث البحرية للناقلات البترولية والتي من أهمها ارتطام هذه الناقلات بالشعاب المرجانية أو بعضها ببعض أو ارتطامها بأرصفة الموانئ أو حوادث الغرق؛ حيث تسبب ناقلات البترول وحدها في تسرب الزيت الخام إلى مياه البحار والمحيطات بمعدل يصل إلى 2 مليون طن سنوياً. تؤدي هذه الحوادث إلى حدوث كوارث بيئية عظيمة بسبب تسرب كميات هائلة من البترول الخام إلى البحر. ويعد استخدام ناقلات بترول عملاقة لنقل كميات هائلة من البترول أحد أسباب الحوادث،

فالحمولة الهائلة تضعف قدرة الناقل على المناورة وتفاذي الارتطام.
(3) التلوث بسبب التسرب من الموانئ

وهو التلوث الذي ينتج عن تسرب البترول من أنابيب البترول الخام التي يتم ربطها بالناقلات عند القيام بعملية التحميل في موانئ التصدير.

(4) التلوث الناتج عن تنظيف الناقلات

يتم غسل وتنظيف الناقلات داخل البحر باستخدام الماء والمنظفات وبعض المذيبات الكيميائية وغالباً ما تطرح مخلفات التنظيف والفضيل في البحر مسببة تلوثه.



غرق ناقلات البترول كارثة ببلية مهولة

د- التلوث الناتج عن عمليات التخزين

يخزن البترول الخام ومشتقاته في خزانات (صهاريج) ضخمة قرب موانئ التصدير أو قرب منشآت التكرير أو قرب الحقول والآبار. ويمكن أن تكون هذه الخزانات منصوبة أو مدفونة في باطن الأرض. ويراعي التصميم الجيد لهذه الخزانات وفق مواصفات خاصة كما يراعي جيداً احتياطات السلامة والإمان داخل هذه الخزانات وحولها. ويبقى احتمال تلوث البيئة من هذه الخزانات وارداً فيمكن أن يتلوث الهواء بفعل التبخر من هذه الخزانات، كما يمكن أن تتلوث التربة والمياه الجوفية نتيجة لحوادث التسرب التي تحدث غالباً بسبب تآكل جسم الخزانات بفعل الزمن وخصوصاً الخزانات المدفونة في باطن الأرض حيث يصبح الكشف عن التسرب أكثر صعوبة.

رابعاً... التلوث الناتج من تكرير البترول الخام

يخرج زيت البترول الخام، كما يخرج من باطن الأرض، في صورة خليط من العديد من المكونات الهيدروكربونية المختلفة، وكل من هذه المكونات يمكن حرقها ولهذا كان زيت البترول الخام مصدراً رائعاً للوقود، وبالإضافة إلى ذلك، فإن هذه المكونات في الوقت نفسه هي مصدر كل احتياجاتنا تقريباً من زيوت التزيت، ناهيك عن آلاف المنتجات الأخرى، ابتداء من مستحضرات التجميل إلى الألياف الصناعية والمطاط الصناعي والبلاستيك وغير ذلك. وبصفة إجمالية، تعرف العمليات المختلفة، التي يتم بواسطتها إنتاج معظم هذه المنتجات باسم عمليات التكرير.

فالتكرير هو العمليات الضرورية التي يمكن بها معالجة الزيت الخام، واستخلاص المركبات العديدة المرغوب فيها منه، وتحويلها إلى منتجات صالحة للاستهلاك، إذ ليس من الممكن استعمال زيت البترول الخام بالصورة التي يوجد بها في باطن الأرض. والمقصود بالتكرير تكسير الزيت الخام إلى مكوناته وجزئياته الأصلية المكونة من الهيدروجين والكربون، وإعادة ترتيبها لتكون مجموعات تختلف عن الموجودة في الزيت الخام، أي تصنيعها إلى منتجات نهائية صالحة للاستخدام. ويختلف تأثير التسخين على الأجزاء المتعددة للهيدروكربونات، فبعضها إذا فصل من الزيت الخام، يصير غازياً، وبعضها يصبح سائلاً والبعض الآخر صلباً. ولكل منها درجة غليان مختلفة، وتستهمل هذه الخاصية في التكرير.

وتعد صناعة تكرير البترول من أكثر الصناعات تلويثاً للبيئة إذا ينبعث من مداخنها ملوثات غازية وتصير على البيئة المائية صرف صناعي ملوث وتختلف أنواع وكميات وطبيعة المواد الملوثة المنبعثة من وحدات التكرير باختلاف هذه الوحدات الصناعية واختلاف طبيعة عملها. وبالرغم من أن وحدات تكرير البترول تصمم بحيث ينبعث منها أقل نسبة من الملوثات البيئية؛ بالإضافة إلى استخدام كافة المخلفات الثقيلة الفائضة عن عمليات التكرير إلا أنه قد ينبعث من وحدات التكرير ملوثات بيئية تتخطى النسب المسموح بها. ويمكن تقسيم مصادر انبعاث المواد الملوثة من مصافي التكرير إلى فئتين هما:

• **المصادر النقطية:** وهي المصادر التي يمكن تحديد مصادرها ونقطة انطلاقها بدقة، وبالتالي يمكن الحد من الانبعاثات التي تنطلق منها

أو معالجتها أو على الأقل يمكن رصدها وقياسها ومراقبة آثارها. إن هذه المصادر مصممة في الأساس لطرح المخلفات منها أو التخلص من المخلفات عن طريقها مثل الملوثات التي تنطلق من المداخن والغلايات والشعلات.

• **المصادر اللانقطية:** وهي المصادر التي تنبعث منها الملوثات ولا يمكن تعيينها أو تحديد كمياتها بدقة. أن هذه المصادر محكمة الإغلاق وغير مصممة لإطلاق الانبعاثات منها، إلا أنه ومع ذلك فإن الانبعاثات الهاربة Fugitive Emissions تنطلق منها وتشمل هذه المصادر الصمامات والمضخات والضغوطات والفلنجات ومستودعات وصهاريج التخزين وغيرها.



التلوث الهوائي الناتج عن تكرير البترول في أحد المصافي

1- الملوثات الغازية الناتجة عن مصافي تكرير البترول

تنبعث من مصافي التكرير العديد من الانبعاثات الغازية والبخرية والرذاذ من المصادر النقطية واللائقطة. فحرق الغازات في المشاعل داخل وحدات تكرير البترول ينتج عنه العديد من الأكاسيد الغازية كالأكاسيد الكربونية والكبريتية والنيتروجينية وكبريتيد الهيدروجين والأمونيا. كما تنبعث نفس الملوثات من المداخن العائدة للغلايات والأفران. كما تنبعث أيضاً العديد من الدقائق الجسيمية والمركبات العضوية المتطايرة VOCs

خصوصاً من خلال سقوف الخزانات بالتبخّر عند ارتفاع درجة الحرارة. ويبيّن الجدول التالي كميات الانبعاثات الغازية نتيجة تكرير طن واحد من البترول الخام.

جدول 3-3

الملوثات الغازية الناتجة عن تكرير 1 طن من البترول الخام

المادة الملوثة	أعلى كمية منبثقة	متوسط كمية الانبعاث
الجسيمات العالقة	0.85 كيلوجرام	3.0-0.1 كيلوجرام
أكاسيد الكبريت	1.35 كيلوجرام	0.62-0.22 كيلوجرام تنخفض إلى 0.1 كيلوجرام عند وجود وحدة استخلاص الكبريت
المركبات العضوية المتطايرة VOCs	1.1 كيلوجرام	0.65-0.55 كيلو جرام
أكاسيد النتروجين	0.35 كيلوجرام	0.65-0.55 كيلو جرام
بنزين، تولوين وإكزيلين (BTX)	2.5	6.0-0.75 جرام تنخفض إلى 1 جرام عند وجود وحدة استخلاص الكبريت

2- الملوثات السائلة الناتجة عن مصافي تكرير البترول

تستخدم أنواع مختلفة من المياه بكميات كبيرة جداً في مصافي تكرير البترول إذ أن كل طن من البترول الخام يحتاج على الأقل إلى 10 متر مكعب من المياه.

وأهم المياه المستهلكة داخل المصافي هي مثل مياه التبريد التي تستعمل في المكثفات والمبادلات الحرارية بالإضافة إلى مياه العمليات وهي عبارة عن مياه الأملاح التي تفصل الزيت الخام، ونظراً لطول خطوط الأنابيب وتعدد الصمامات والوصلات يحدث تسرب لبعض المواد الهيدروكربونية التي تصل إلى مياه التبريد فتلوّثها ويزداد تركيز هذه الملوثات باستمرار

دوران هذه المياه وإعادة استخدامها، ولذلك فإن المياه المنصرفة سواء كانت ناتجة عن تكثيف البخار أم من مياه التبريد أم من مياه العمليات تحتوي على نسب معينة من الملوثات التي يجب أن تعالج قبل دفعها إلى البحر، كما أن بعض هذه المياه يتسم بارتفاع درجة حرارته وهو الأمر الذي يتسبب في حدوث تلوث. أما المياه الملوثة الناتجة عن تكرير طن واحد فتتراوح بين 3.5 - 5 متر مكعب مياه صناعية في حالة تدوير مياه التبريد.

ويبين الجدول التالي مواصفات المياه الصناعية الملوثة الناتجة عن تكرير البترول الخام.

جدول 3-4

العوامل الملوثة الموجودة في المياه الصناعية

متوسط تركيزات العوامل الملوثة	العامل الملوث
155-255 مجم/لتر	الأكسجين الحيوي المطلوب BOD
310-620 مجم/لتر	الأكسجين الكيميائي المستهلك COD
25-220 مجم/لتر	الفينول
100-300 مجم/لتر وتصل إلى 5000 في قاع الخزانات البترولية	المواد الهيدروكربونية
1-100 مجم/لتر	بنزين
0.1-100 مجم/لتر	الكروم
0.2-10 مجم/لتر	رصاص

3- المواد الصلبة الناتجة عن المصافي

وهي تشمل مخلفات عمليات التكرير من المواد الصلبة بالإضافة إلى الرواسب الصلبة الناتجة عن عمليات معالجة مياه الصرف الصناعي (الحماة)، والمواد العالقة الصلبة المترسبة في أحواض الترسيب. وينتج

عن تكرير طن واحد من البترول الخام كمية من المخلفات الصلبة تقدر 3-5 كجم. وهذه المخلفات تكون سامة لاحتوائها على المعادن الثقيلة والمركبات العضوية السامة؛ لذا يجب التعامل معها بحرص ويتم معاملتها باعتبارها من الخلفات الخطرة.

خامساً... التلوث الناتج عن استهلاك المنتجات البترولية

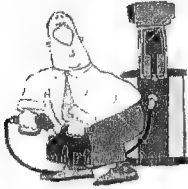
بعد تكرير البترول الخام ينتج منتجات بترولية تستخدم في مختلف الاستخدامات الصناعية والمنتجات البترولية هي منتجات كيميائية تستخدم كمواد أولية أو تستخدم كوقود في مختلف الماكينات والمحركات والمركبات ووسائل النقل. ويعد استخدام المنتجات البترولية كوقود من أكثر العمليات الملوثة للبيئة قياساً بباقي عمليات الصناعة البترولية بل من أكبر العمليات الملوثة على الإطلاق نظراً للكميات الهائلة من الملوثات التي تنطلق من استهلاك المشتقات البترولية كوقود. ويتم استخدام المشتقات البترولية كوقود من خلال الطرق الآتية:

- استخدام المشتقات البترولية مثل الجازولين والديزل كوقود في مركبات النقل من الطائرات والقطارات والشاحنات.
- استخدام المشتقات البترولية مثل البنزين والسولار في سيارات الركوب.
- استخدام المشتقات البترولية كالكيروسين والغاز البترولي المسيل كوقود في الأغراض المنزلية.
- استخدام المشتقات البترولية مثل زيت الغاز والنفط الأسود كوقود للغلايات والأفران في المصافي والمصانع.
- استخدام المشتقات البترولية مثل الغاز الطبيعي والمازوت والسولار كوقود لمحطات توليد الطاقة الكهربائية.
- استخدام المشتقات البترولية مثل الجازولين والديزل للمولدات الكهربائية الصغيرة.

والملوثات التي تنبعث من استهلاك المشتقات البترولية تتمثل في الآتي:

- أ- انطلاق المركبات النتروجينية والكبريتية.
- ب- إطلاق الرصاص ومركباته في الهواء.
- ت- الحرق غير الكامل لأنواع الوقود البترولي.
- ث- التبخر من خزانات الوقود.

ج- تراكم زيوت التزيت المستعملة.
ح- انطلاق المركبات السامة الناتجة من استهلاك المشتقات البترولية



سادساً... التلوث الناتج عن صناعة الغاز

الغاز الطبيعي عبارة عن مزيج من المواد الهيدروكربونية وغير الهيدروكربونية وغالباً ما يكون الغاز الطبيعي متواجداً مع البترول، إما مذاباً أو طافياً على السطح. وفي هذه الحالة يسمى "بالغاز المصاحب". أما توجد حقول تحتوي على الغاز الطبيعي وبشكل مستقل عن البترول. ويسمى في هذه الحالة غاز غير مصاحب أو حر.

يعتبر الميثان أكثر مكونات الغاز الطبيعي الخام وبمعدل حوالي 85% في أغلب الأحيان، يلي ذلك غازات الإيثان والبروبان والبيوتان. بالإضافة إلى الشوائب، يتواجد بعضها بكميات عالية نسبياً كما هو عليه الحال بالنسبة لغازات النيتروجين N_2 وثاني أكسيد الكربون CO_2 وكبريتيد الهيدروجين H_2S الذي يصل تركيزه في الغاز الطبيعي إلى 0.2 % حجماً، وكميات منخفضة من بعض الغازات الخاملة مثل الأرجون والهيليوم.

جدول 3-5

مكونات الغاز الطبيعي

المكون	الصيغة الكيميائية	النسبة المئوية
غاز الميثان	CH ₄	80-90%
الايثان	C ₂ H ₆	0.0-20%
البروبان	C ₃ H ₈	
البيوتان	C ₄ H ₁₀	
ثاني أكسيد الكربون	CO ₂	0-8%
النيتروجين	N ₂	0-5%
كبريتيد الهيدروجين	H ₂ S	0-3%
الغازات الخاملة	Xe, Ne, He, Ar	ضئيلة جدا

عادة ما يجمع الغاز الطبيعي الخام من عدة آبار متجاورة حيث يتم تخليصه من الماء السائل الحر ومن متكثف الغاز الطبيعي. الماء المستخلص يتم التخلص منه كمياه عادمة، أما متكثف الغاز فيرسل إلى محطات تنقية البترول. بعد ذلك، يساق الغاز بواسطة الأنابيب إلى منشأة معالجة الغاز حيث تبدأ المعالجة عادة بإزالة الغازات الحمضية (كبريتيد الهيدروجين وثاني أكسيد الكربون). ترسل الغازات الحامضية المستخلصة من الغاز إلى وحدة معالجة الكبريت التي تحول كبريتيد الهيدروجين الموجود في الغاز الحمضي إلى عنصر الكبريت الذي يمكن الاستفادة منه بدخوله في صناعات عديدة. ويمكن تحقيق ذلك بطرق مختلفة أكثرها شيوعاً هو وحدة كلاوس. الغازات الناتجة من وحدة كلاوس عادة تسمى "الغازات المتخلقة" وتخضع لعمليات معالجة إضافية في وحدة معالجة الغازات المتخلقة لاستخلاص ما تسرب من المواد المحتوية على الكبريت وإعادةتها إلى وحدة كلاوس. وكغيرها، فإن عملية معالجة الغازات المتخلقة يمكن أن تتم باستخدام طرق مختلفة منها المعالجة الأمينية. أما الغاز العادم الناتج من منشأة معالجة الغازات المتخلقة فيتم حرقه ويطلق إلى الهواء؛ حيث يكون محتوياً على الماء وثاني أكسيد

الكربون.

بعد التخلص من الغازات الحامضية يرسل الغاز الطبيعي إلى وحدة التجفيف للتخلص من بخار الماء الموجود في الغاز. وتتم عملية التخلص من الماء إما بالامتصاص في مادة ثلاثي الجلايكول TEG أو الامتزاز بالضغط المتأرجح وهي عملية تعتمد على مواد ممتزة صلبة. في كلا العمليتين تجفف المادة المستخدمة للتخلص من الماء ويعاد استخدامها من جديد.

يتكون الغاز الطبيعي في معظمه كما ذكرنا من غاز الميثان، وهو وقود نظيف. وعلى سبيل المثال، فإن استنباط قدر معين من الطاقة باستخدام الغاز الطبيعي ينتج عنه قدر من ثاني أكسيد الكربون يقل بنسبة 40% عما ينتج من استخدام الفحم الحجري لاستنباط القدر نفسه من الطاقة و35% أقل من استخدام البترول للغرض ذاته، والمعروف أن غاز ثاني أكسيد الكربون هو الذي يساهم في رفع درجة حرارة طقس الكرة الأرضية، ويتسبب في ما يسميه العلماء (أثر البيت الزجاجي). وزيادة على ذلك، فإن الغاز الطبيعي لا يحتوي على أي قدر من الكبريت تقريباً، وهذا على العكس من الفحم الحجري والبترول، لذلك فهو لا ينتج لدى احتراقه إلا مقداراً يكاد لا يذكر من ثاني أكسيد الكبريت، وهو الغاز الرئيسي الذي يسبب الأمطار الحمضية. ومن جهة هامة أخرى، فليس للغاز حين يحترق مخلفات مثل الغبار والرماد، ولا يترك وراءه نفايات نووية يجب على الإنسان التخلص منها.

ويتضح مما سبق أن التلوث الناشئ عن صناعة الغاز الطبيعي يكون ضئيلاً بالمقارنة بالبترول والفحم، ويتمثل التلوث الناتج عن هذه الصناعة في عمليات بسيطة جداً ففي مرحلة تعبئة الغاز فإن الملوث الأساسي المصاحب لهذا النشاط هو تسرب الهيدروكربونات إلى الجو أثناء عملية التعبئة، وللتقليل من هذا التلوث يراعى اتمام الصيانة الدورية المنتظمة للصمامات الخاصة بقنوات الغاز وتوفير أجهزة قياس الغازات الهيدروكربونية المتسربة المحمولة والثابتة. فيما يخص المخلفات الصلبة والسائلة الناتجة عن هذه الصناعة فهي قليلة جداً تتمثل في المياه المستخدمة لغسل اقنية الغاز المعبأ قبل كل عملية تعبئة لتخليص الأقنية من الرواسب المتراكمة في القعر، ويتم عادة انشاء وحدة معالجة صغيرة لمعالجة المياه الناتجة عن الضخيل أو يتم صرفها إلى مياه المجاري إذا كانت مطابقة للمعايير البيئية الخاصة بالصرف على شبكة المجاري العامة. بالنسبة للرواسب الصلبة فيتم التخلص منها إما بالطمر أو تحرق في محارق مجهزة لهذا الغرض.

الفصل الرابع

التأثيرات البيئية والصحية للملوثات البتروولية



الفصل الرابع

التأثيرات البيئية والصحية للملوثات البترولية

أولاً... التأثيرات البيئية للملوثات البترولية.

ثانياً... التأثيرات الصحية لملوثات الهواء البترولية.

ثالثاً... التأثيرات الصحية لملوثات الماء البترولية.

رابعاً... التأثيرات الصحية لملوثات التربة البترولية.

خامساً... الأخطار الصحية للمقيمين بالقرب من المنشآت البترولية.

سادساً... المخاطر التي يتعرض لها العاملون في صناعة البترول.

سابعاً... الوقاية من مخاطر صناعة البترول.



أولاً...التأثيرات البيئية للملوثات البترولية

للملوثات البترولية تأثيرات على البيئة، فتنشر تلك الملوثات في الأوساط البيئية الثلاثة الهواء والماء والتربة مسببة تأثيرات معينة طويلة وقصيرة الامد. والتأثيرات البيئية للملوثات البترولية تتمثل في تأثيرها على الاتزان الفيزيائي والكيميائي والبيولوجي الموجود على الأرض. وأهم هذه التأثيرات البيئية الاتية:

أ - التغيرات المناخية العالمية

ب - انحلال طبقة الاوزون

ت - الامطار الحامضية

أ - التغيرات المناخية العالمية

تتحكم في المناخ عمليات ودورات جيولوجية كيميائية ناشئة عن التفاعل بين المكونات البيئية المعنية في الوقت الذي تتأثر فيه نشاط البشر. فعلى سبيل المثال، تنسم العمليات البيولوجية والأيكولوجية بأهمية كبيرة في تعديل مناخ الأرض على النطاقين الإقليمي والعالمي عن طريق التحكم في مقادير بخار الماء وغيره من غازات الدفينة التي تدخل في الهواء أو التي تستنفد من الغلاف الجوي. وتؤثر التغيرات في المناخ على حدود وتركيب وأداء النظم الايكولوجية، مثل الغابات، وتؤثر التغيرات في هيكل وأداء الغابات على النظام المناخي للأرض من خلال التغيرات في الدورات البيولوجية الكيميائية، ولاسيما دورات الكربون والنيتروجين والماء. وهناك روابط أخرى مثل الصلة بين جودة الهواء والغابات، بطريق مباشر أو من خلال الهطول الحمضي.

ارتفاع حرارة مناخ الكرة الأرضية

أدت الأنشطة المتزايدة للإنسان وخاصة في المائة سنة الأخيرة، إلى إحداث تغير في دورة الكربون؛ إذ تبلغ كمية غاز ثاني أكسيد الكربون التي تنطلق من عمليات حرق الوقود (مثل البترول والفحم) بالإضافة إلى عمليات حرق الغابات والاعشاب إلى 15 مليار طن سنوياً، ينطلق حوالي نصف هذه الكمية إلى الغلاف الغازي والباقي تمتصه التربة والغلاف الغازي.

وفي المناطق الصناعية التي تتميز بركود الهواء يصل تركيز غاز ثاني أكسيد الكربون إلى معدل مرتفع مما يؤثر على صحة وسلامة الإنسان وبخاصة كبار السن الذين يعانون من مشاكل في القلب والدورة الدموية. ففي سنة 1954 أدى تركيز ثاني أكسيد الكربون في الجو في مدينة لندن إلى وفاة 4000 شخص.

بعد أن يستقبل سطح الكرة الأرضية أشعة الشمس يعكس قسماً كبيراً من هذه الأشعة على شكل اشعة تحت الحمراء **Infrared Radiation** لتجنب ازدياد درجة حرارة الأرض بصورة مؤذية.

وعند زيادة تركيز ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الغازي (نسبة CO_2 حالياً في الهواء 0.03 % أي 300 جزء في المليون تزداد سنوياً إلى 0.2 %) تقل نسبة معدلات الأشعة تحت الحمراء المعكوسة إلى الأرض إلى الفضاء الخارجي وبالتالي تتجمع في الغلاف الغازي. وهذا يعود إلى خصائص غاز ثاني أكسيد الكربون في امتصاص الأشعة تحت الحمراء الأمر الذي يؤدي إلى رفع درجة حرارة الأرض وتغير المناخ العالمي وتسمى هذه الظاهرة بظاهرة البيت الزجاجي **Green House Effect**، ففي البيت الزجاجي يسمح الزجاج بدخول الضوء المنظور (-400

750nm) ولكنه يحجز الأشعة تحت الحمراء المنعكسة من السطح ومن النباتات داخل البيت الزجاجي مسبباً بذلك الارتفاع في درجة الحرارة.

ولو ارتفع معدل درجة الحرارة على المستوى العالمي من 2 - 4 مئوية فإن ذلك يؤدي إلى ذوبان كميات كبيرة من جليد القطبين الشمالي والجنوبي؛ مما يسبب ارتفاع منسوب المياه في البحار والمحيطات وإغراق كثير من المدن الساحلية مثل نيويورك وكوبنهاجن، وكذلك القضاء على نسبة كبيرة من المياه الجوفية والعذبة.

ويتضح مما سبق أن يجب المحافظة على النظم البيئية بالتوفير في استهلاك الوقود الحفري وإيجاد مصادر بديلة للطاقة مثل الطاقة الشمسية والرياح.

وهناك عدة أسباب أدت إلى الحد من زيادة نسبة غاز ثاني أكسيد الكربون بنسبة كبيرة في الغلاف الغازي من أهمها:

- وجود الغلاف المائي والتربة الذين يقومان بامتصاص قسم كبير من غاز ثاني أكسيد الكربون.
- عدم تحلل جميع المواد العضوية في فترة قصيرة من الزمن بل تحولها إلى مواد عضوية كالدبال Humus تتحلل ببطء، أو البقاء دون تحلل مثل معظم المواد العضوية الموجودة في المستنقعات على شكل الخث Peat ، أو ترسب المواد العضوية في طبقات عميقة تمنع تحللها.
- وجود الطحالب الخضراء التي تقوم بربط كميات كبيرة من المواد العضوية وقسم كبير منها يترسب داخل المحيطات ولا يتحلل.
- التلوث بالغبار في الطبقات العليا من الغلاف الغازي والتي تقوم بعكس قسم من الأشعاع الشمسي وبالتالي تقلل من كمية الأشعاع الذي يصل

سطح الكرة الأرضية.

غازات البيت الزجاجي الأخرى غير ثاني أكسيد الكربون

هي مجموعة من الغازات التي توجد طبيعياً ومن فعل الإنسان، ويأتي بخار الماء في المرتبة الأولى حيث يكون 60% - 70% من غازات البيت الزجاجي، وحيث إن الإنسان ليس لديه تأثير مباشر على معدل بخار الماء في الغلاف الجوي؛ إلا أن نشاطات الإنسان المختلفة تسبب زيادة في الغازات الأخرى والتي بدورها ترفع درجة الحرارة مما يزيد من معدل تبخر مياه المحيطات والبحار، ويأتي الميثان بعد ذلك من حيث تسببه في ارتفاع درجة حرارة الأرض ثم يأتي الكلورفلوركربون، يليه أكسيد النيتروز N_2O ولأن هذه الغازات تتكون من 3 ذرات لذلك فهي تمنع حرارة الشمس المنعكسة من سطح الأرض من الخروج من غلافنا الجوي إلى الفضاء بما يجعل جو الأرض ملائمة للحياة، ولولا هذه العملية لكان العالم عبارة عن كرة ثلجية لانخفاض درجة الحرارة بثلاثين درجة مئوية عما هي عليه الآن.

وظاهرة البيت الزجاجي ظاهرة طبيعية، فهي التي تحفظ حرارة الكرة الأرضية في توازن وتبقى المحيطات سائلة، وبذلك نستطيع العيش براحة، ولكن النشاطات والصناعات التي يقوم بها الإنسان تنتج غازات البيت الزجاجي أسرع من أن تستطيع دورة الكرة الأرضية أن تتخلص منها.

فقد زادت نسبة غاز ثاني أكسيد الكربون منذ بداية الثورة الصناعية حتى يومنا هذا بنسبة أكثر من 30%. أما نسبة غاز الميثان فقد تضاعفت تقريباً، في حين أن نسبة غاز أكسيد النيتروز زادت بنسبة 15%.

إن السبب الرئيس لزيادة نسب تلك الغازات في الهواء الجوي هو الاستخدام المفرط لأنواع الوقود الأحفوري في توليد الطاقة والتدفئة

وكوقود لتسيير وسائل النقل والمواصلات المختلفة البرية والجوية والبحرية. إن 98% من الزيادة في غاز ثاني أكسيد الكربون يعود إلى استخدام الوقود وبالطبع منها الوقود البترولي، في حين أن 24% من الزيادة في نسبة الميثان و18% في الزيادة في أكسيد النيتروز يعود لنفس السبب أيضاً.

بناءً على الدراسات العلمية ووفقاً للأكاديمية العالمية للعلوم إن درجة حرارة العالم قد ارتفعت بمقدار 1 درجة مئوية في القرن الماضي المائة السنة الأخيرة، وكذلك ذوبان قمم الجبال الثلجية والقطبين الشمالي والجنوبي، سبب ارتفاع مستوى البحر من 10 - 25 سم تقريباً، تكثف البخار إلى مطر زاد في الأجواء المرتفعة وقل في المناطق الاستوائية، العواصف الممطرة والعواصف الثلجية زادت 10% في أمريكا وكندا.

يتوقع العلماء أن زيادة حرارة المحيطات وذوبان القطبين قد يسبب ارتفاع مستوى البحار حوالي 9 - 100 سم بحلول عام 2100م، مما سوف يؤدي إلى حدوث فيضانات للمناطق الساحلية والجزر وسقوط الأمطار بكثرة على مناطق وحدوث قحط في مناطق أخرى، بالإضافة إلى أن زيادة سقوط الأمطار سوف يغير رطوبة التربة وقد تؤثر على صحة الإنسان وزيادة الأمطار تعني زيادة في بخار الماء في الجو، وزيادة الحرارة تعني زيادة في تكاثر البكتيريا مما يؤدي إلى تلوث الغذاء وزيادة الأمراض يتوقع العلماء أن الزيادة في درجة حرارة المناطق الاستوائية سوف يصاحبها زيادة في أعداد البعوض المسبب لمرض الملاريا.

بالإضافة إلى حدوث تقلبات في النظام البيئي والزراعي والاقتصادي واستخدام الطاقة والمواصلات والكثير من الأمور المهمة في حياة الإنسان.

ب- ظاهرة انحلال طبقة الأوزون

يوجد الأوزون بصورة طبيعية في طبقة التروبوسفير التي تسمى طبقة الأوزون ووجود غاز الأوزون ضرورياً خاصة في الطبقة العليا من الغلاف الغازي لحجب الأشعة فوق البنفسجية الضارة ذات الموجات القصيرة وبالتالي منعها للوصول إلى سطح الأرض.

ويوجد الأوزون في هذه الطبقة في حالة توازن مستقر، إذ إن سرعة تولده من الأكسجين تساوي تقريباً سرعة اختفائه (سرعة انحلاله إلى جزيئات أكسجين) وهذا يعني أنه في ظل هذا التوازن فإن سرعة التفاعل التالي في أحد الاتجاهين يساوي سرعته في الاتجاه المضاد كما في المعادلة التالية:



إلا أن إقحام مواد كيميائية ووصولها لطبقة الأوزون يعمل على تهتك حاجز الأوزون وتدميره مثل أكاسيد النتروجين وبخار الماء ومركبات الفلوكلوروكربون المستعملة في أجهزة التبريد؛ حيث تعمل هذه الملوثات على تحويل الأوزون في هذه الطبقة إلى أكسجين؛ مما يعطي الفرصة للأشعة فوق البنفسجية ذات الموجات القصيرة من النفاذ لسطح الأرض وإحداث أثرها المدمر على الكائنات الحية. ويمكن تلخيص التأثير الذي يحدث لطبقة الأوزون من جراء وجود أكاسيد النتروجين في المعادلات الآتية:



وتدخل نواتج هذا التفاعل في تفاعلات متسلسلة كما في المعادلتين الآتيتين



أما مشتقات مركبات الفلوكلوركربون فإنها تنشط بامتصاص طاقة الأشعة فوق البنفسجية منتجة ذرات كلور نشطة كما في التفاعلات الآتية:



يلي ذلك قيام الكلور النشط الذري بتدمير جزيئات الأوزون على النحو التالي:



وتستمر سلسلة التفاعلات على هذا النحو لإحداث أكبر تدمير ممكن لطبقة الأوزون بسبب أن الكلور الحر يتولد تلقائيًا من تكرار حدوث التفاعلات.

وقد تبين أن كل ذرة كلور واحدة قادرة على تخریب (100.000) مائة ألف جزيئة أوزون. وقد قدر خبراء البيئة بأنه لو توقف العالم عن إنتاج واستخراج المواد المستنفدة لطبقة الأوزون بشكل تام ونهائي الآن فإن عودة تراكيز الأوزون إلى وضعها السليم في الاستراتوسفير يحتاج إلى 40 سنة كاملة.

ويلاحظ من حصيلة هذه التفاعلات أنها تؤدي إلى تحول الأوزون إلى أكسجين جزيئي دون حصول تغيير في نسبة أكسيد النيتريك. وهناك مركبات أخرى لها تأثير أشد في تحلل الأوزون مثل بروميد الميثيل المستخدم كمبيد حشري ومحسن للوقود من المركبات الضارة جدًا بالأوزون. ويتضح تأثير الملوثات البترولية من حيث أن زيادة نسبة أكسيد النيتريك في الجو نتيجة الاستخدام الواسع لأنواع الوقود الأحفوري وبخاصة استخدامه كوقود للسيارات كان له الفعل المباشر في تحلل طبقة الأوزون في القطب الجنوبي مع ثقب أقل اتساعًا في القطب الشمالي.

ويمكن إجمال أضرار نضوب طبقة الأوزون في الآتي:

- استنزاف طبقة الأوزون وزيادة الأشعة فوق البنفسجية يؤديان إلى تكون السحابة السوداء "الضباب الدخاني" الذي يبقى معلقاً في الجو لأيام، وينجم عنه نسبة عالية في الوفيات لما يحدثه من قصور في وظائف التنفس والاختناق.
- تآكل طبقة الأوزون واختراق الأشعة البنفسجية بكميات متزايدة إلى سطح الأرض يضعف من كفاءة جهاز المناعة عند الإنسان ويجعله أكثر عرضة للإصابة بالفيروسات مثل الجرب، أو الإصابة بالبكتيريا مثل مرض الدرن وغيره من الأمراض الأخرى.
- مع زيادة التآكل في طبقة الأوزون، يلحق بالعين أضراراً كبيرة مثل الإصابة بالمياه البيضاء أو المياه الزرقاء.
- إصابة الإنسان بالأورام الجلدية التي من المتوقع أن تصل الإصابة بها على مستوى العالم إلى ما يقدر بـ (300) ألف حالة سنوياً من السرطانات الجلدية.
- تفاقم أزمة الاحتباس الحراري.
- تآكل طبقة الأوزون يमित ببطء الغلاف الأخضر للأرض... ويُنضب مصادر المياه.
- تأثر الحياة النباتية والزراعية؛ حيث إنه هناك بعض النباتات التي لها حساسية كبيرة من الأشعة فوق البنفسجية التي تؤثر على إنتاجها وتضر بمحتواها المعدني وقيمها الغذائية وبالتالي محصول زراعي ضعيف.
- الحياة البحرية، التي تشتمل على الأسماك والعوالق النباتية لا تستطيع الفرار من الآثار المدمرة لاختلال طبقة الأوزون.. فهذه الكائنات الحية البحرية لها دور كبير في المحافظة على التوازن البيئي وخاصة العوالق النباتية حيث تمتص ثاني أكسيد الكربون من الجو وبالتالي إمداد الأكسجين للكائنات الحية الأخرى والتخفيف من ظاهرة الاحتباس الحراري.

ج- سقوط الأمطار الحمضية

الماء النقي يكون غالباً متعادلاً فيبلغ رقمه (الاس) الهيدروجيني حوالي 7، ماء المطر هو بطبيعته حمضي بدرجة ضئيلة نتيجة تفاعل بخار الماء مع مكونات الهواء الطبيعية مثل ثاني أكسيد الكربون فيذوب ثاني أكسيد الكربون في الماء مكوناً حمض الكربونيك وهو حمض ضعيف سرعان ما يتحلل مرة ثانية مع الوقت إلى ثاني أكسيد الكربون والماء مرة أخرى.



ودلت التجارب أن مياه الأمطار الطبيعية يبلغ الأس الهيدروجيني لها حوالي 5.6 لذوبان جزء من ثاني أكسيد الكربون الموجود طبيعياً في الهواء فيها مكوناً حمض الكربونيك. وهذه القيمة وإن كانت تدل على أن المياه حمضية (أقل من 7) فإن تعد حمضية ضعيفة ولكن إذا قل الأس الهيدروجيني عن ذلك ووصل مثلاً إلى 4.5 فإن المياه ستكون بمذاق حمضي صريح وتصنف مياه الأمطار حينئذ بأنها أمطار حمضية. الأمطار الحمضية عبارة عن قطرات المطر التي تلوثت حمضياً من الهواء الجوي نتيجة لإطلاق أكاسيد الكبريت والنتروجين إليه، عن طريق احتراق البترول، والفحم، والغاز الطبيعي، والمصانع، من مثل مصانع الأسمدة ومعامل تكرير البترول، والصناعات البتروكيمياوية، ومحطات توليد الطاقة الكهربائية.



عندما تتصاعد الغازات الناتجة عن الاحتراق فإن غازات أكاسيد الكبريت تتحد فوراً مع الأكسجين بوجود الأشعة فوق البنفسجية الصادرة عن الشمس، وينتج ثالث أكسيد الكبريت الذي يتحد بعد ذلك مع بخار الماء الموجود في الجو، ليعطي حمض الكبريتيك ويبقى هذا الحمض معلقاً في الهواء على هيئة رذاذ دقيق، تتكاثف حولها قطرات مياه المطر، وتتحوّل إلى أمطار حمضية. أما الجزيئات الحمضية الجافة، فهي ذرات غبار حمضية في طبيعتها، تسقط على الأرض وتغطي السطح بطبقة رقيقة من الغبار، وعندما يسقط عليها الماء بفعل المطر، فإنها تؤدي إلى زيادة حموضة المياه والتربة. وفي الشتاء يختلط الغبار الحمضي مع ركام الجليد، وعندما يأتي الربيع يذوب الجليد، تحمل المياه هذه المواد الحمضية إلى الأنهار والبحيرات والقربة.

وقد يتحد ثالث أكسيد الكبريت مع بعض الغازات في الهواء مثل النشادر، وينتج في هذه الحالة مركب جديد هو كبريتات النشادر، أما عندما يكون الجو جافاً، ولا تتوفر فرصة لسقوط الأمطار، فإن رذاذ حمض الكبريتيك، ودقائق كبريتات النشادر يبقيان معلقين في الهواء الساكن، ويظهريان على هيئة ضباب خفيف، لا سيما عندما تصبح الظروف مناسبة لسقوط الأمطار فإنهما يذوبان في ماء المطر، ويسقطان على سطح الأرض على هيئة مطر حمضي.

هذا وتشارك أكاسيد النيتروجين مع أكاسيد الكبريت في تكوين الأمطار الحمضية حيث تتحول أكاسيد النيتروجين بوجود الأكسجين والأشعة فوق البنفسجية إلى حمض النيتريك. ويبقى هذا الحمض معلقاً في الهواء الساكن، وينزل مع مياه الأمطار، مثل حمض الكبريتيك مكوناً الأمطار الحمضية. كما توضح المعادلات الآتية:



نستطيع القول بأن "المطر الحمضي" مصطلح عام يطلق على الطرق
العديدة التي تسقط بها الأحماض من الغلاف الجوي، والمصطلح الأكثر
دقة له هو "الترسيب الحمضي" والذي يتكون من جزئين:

1- ترسيب حمضي رطب (Wet)

2- ترسيب حمضي جاف (Dry)

ويشير الترسيب الرطب إلى المطر الحمضي والضباب والثلج. وبما أن
الماء الحمضي يتدفق فوق ومن خلال سطح الأرض فهو يؤثر على العديد
من النباتات والحيوانات ومدى قوة تأثيره يعتمد على العديد من العوامل
بما فيها درجة حمضية الماء، كيمياء التربة، نوع الأسماك والأشجار،
وكافة الأحياء الأخرى التي تعتمد على الماء.

أما الترسيب الجاف فيشير إلى الغازات الحمضية والجسيمات.
وحوالي نصف الحمضية في الغلاف الجوي تصل للأرض من خلال هذه
الرواسب الجافة. ثم تقوم الرياح بدورها بحمل هذه الجسيمات الحمضية
والغازات وترسيبها على المباني والسيارات والمنازل والأشجار وبعدها
تأتي الأمطار لتفصل هذه الأسطح من أية غازات أو جسيمات تعلق عليها
بفعل الرياح، ومن هنا تتحول الأمطار إلى أمطار حمضية بدرجة أكبر من
التي تكون عليها الأمطار عندما تتساقط في البداية بدون أية مؤثرات
خارجية.

ويمكن تلخيص أثر الأمطار الحمضية على البيئة في النقاط التالية:

(1) **التربة القلوية:** تتفاعل الأمطار الحمضية مع التربة القلوية وتتعاقل
معه. فعلى الأرض الجيرية مثلاً يتكون الكالسيوم نتيجة للتفاعل مع
المطر الحمضي وتجرفه الأمطار إلى الأنهار. كما تعمل الأمطار الحمضية
على إذابة بعض المعادن أو الفلزات الهامة للنبات وتبعدها عن جذور
النبات ومن أمثلة ذلك الكالسيوم والبوتاسيوم والمغنيسيوم التي يحملها
مياه الأمطار الحمضية بعيداً عن جذور النباتات إلى المياه الجوفية وبذلك
تقل جودة المحاصيل الزراعية.

(2) **التربة الجرانيتية:** وتوجد هذه التربة في بعض الدول السويد
والنرويج، فتؤدي الأمطار الحمضية إلى تفتيت الصخور وخاصة في التربة
الجرانيتية.

(3) **البحيرات المائية:** تؤدي الأمطار الحمضية إلى زيادة الحموضة في مياه البحيرات وبالتالي قد تسبب في عدم صلاحيتها للأسماك والكائنات الدقيقة. أثرت الأمطار الحمضية في بيئة البحيرات، فبينت الدراسات أن 15 ألف بحيرة من أصل 18 ألفا تأثرت بالأمطار الحمضية؛ حيث ماتت وتناقصت أعداد كثيرة من الكائنات الحية التي تعيش في هذه البحيرات وخاصة الأسماك والضفادع.

(4) **المحاصيل الزراعية والغابات:** الكثير من النباتات لم تستطع العيش مع الأمطار الحمضية فذبلت وماتت وهو بالتالي يؤدي إلى فقدان المحاصيل الزراعية والأخشاب من الغابات. كما أن المطر الحمضي في كثير من الأحيان يعمل على حرق أوراق الكثير من النباتات مؤدية إلى موتها لعدم كفاية الأوراق التي تقوم بالبناء الضوئي.

(5) **تآكل الأحجار الجيرية:** فقد لوحظ مثلاً تآكل أو تفتت بعض أحجار برج لندن وكينيسة لودستمتستر. فقد بلغ عمق التآكل بضع سنتيمترات نتيجة التفاعل بين غاز ثاني أكسيد الكبريت والأمطار التي تسقط على المدن من حين لآخر. كذلك شوهد أثر الأمطار الحمضية أو الترسيب الحمضي على الأكروديوليس في اليونان والكلولوسيم في إيطاليا وتاج محل في الهند وأبو الهول في مصر.

نظراً لخطورة ظاهرة الأمطار الحمضية وما ينتج عنها من آثار تخريبية على كافة الأصعدة اقترح الباحثون علاج دائم ويتمثل منع تولد الملوثات قدر الإمكان عن طريق إيقاف انبعاث الأكاسيد العناصر المنتجة للأحماض (أكاسيد الكبريت والنيتروجين). وحيث إن هذه الأكاسيد ينتج معظمها نتيجة حرق أنواع الوقود التقليدية، وتخفيض استهلاك الوقود في وسائل المواصلات، وإيجاد وسائل مصادر وقود بديلة لا تترك آثار سلبية في البيئة مثل الغاز الطبيعي.

باحث مصري يكتشف بكتيريا جديدة تنزع الكبريت وتحسن البترول وتقلل نسبة المواد الثقيلة والفار والأسفلت

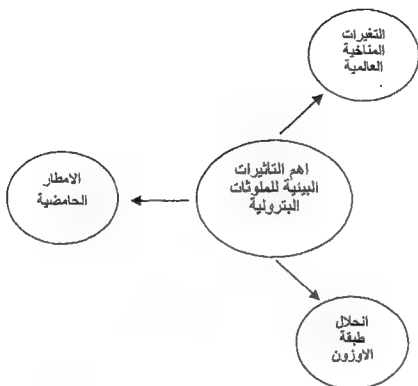
توصل الباحث محمد رفعت الشهاوي، خلال دراسة أجراها حديثاً، إلى اكتشاف نوع جديد من البكتيريا لديها القدرة على تحسين خواص البترول الخام، وتخليصه من مادة الكبريت الملوثة للهواء، بالإضافة إلى عملها على زيادة نسبة الوقود في خام البترول، وتقليل نسبة المواد الثقيلة

والقار والأسفلت الموجود به.

وقال الباحث الذي يعمل مدرساً مساعداً بمعهد بحوث البترول لجريدة «الشرق الأوسط» إنه استطاع مع فريق بحثي من زملائه بالمعهد، عزل البكتيريا الجديدة من الرواسب البترولية في الخزانات، واكتشفوا أنها تتميز بالعديد من الخواص مقارنة بسلالات أخرى من البكتيريا كانت تقوم مصر باستيرادها، وهي سلالات خاضعة لعملية التحسين بالهندسة الوراثية لتزيد من قدرتها على تخليص الزيت من الكبريت.

وقال الشهاوي إن الأبحاث تمت على عينات من أثقل أنواع زيوت البترول الخام والتي تحتوي على كميات كبيرة من مادة الكبريت والأسفلت ونسبة ضئيلة من أنواع الوقود المختلفة مثل: الديزل، والكيروسين، والسولانز، والبنزين موضحاً أنه خلال أبحاثه قد اختار ثلاثة أنواع من البكتيريا المعزولة من خام البترول المصري دون إجراء أي تعديل وراثي عليها، إضافة إلى أربعة أنواع من السلالة المستوردة والمعدلة وراثياً، لمعرفة مدى قدرة كل نوع على «التكسير الميكروبي» للكبريت.

وحول خواص البكتيريا المعزولة من بيئة مصرية، أكد أن لها قدرة هائلة على تحسين خواص الزيت الثقيل، كما أدت إلى رفع نسبة الوقود المستخرج من الخام، وقللت نسبة الاسفلت والقار والمواد الثقيلة بالزيت، وقضت على نسبة كبيرة من الكبريت، لافتاً إلى أن هذه العملية الطبيعية تعد أفضل كثيراً من العمليات الكيميائية المكلفة، والتي تطلب إضافة مواد ملوثة للبيئة، وأن البكتيريا الجديدة ساعدت على زيادة «الرقم الأوكتاني». للوقود، وهو ما يعني ارتفاع قيمة الخام، وزيادة الرقم الأوكتاني كانت تتم في الماضي عن طريق اضافة الرصاص أو الايثير مما ينتج عوادم سامة خلال احتراقه في محرك السيارة. مشيراً إلى أن السلالات المعدلة وراثياً من البكتيريا المستوردة، قد نجحت في خفض نسبة الكبريت لكنها رفعت في المقابل نسبة الاسفلت في زيت البترول، ولم ترفع نسبة الوقود، وبالتالي قللت من جودته وقيمته الاقتصادية وكذلك لم ترفع «الرقم الأوكتاني» مما يؤكد تفوق البكتيريا المعزولة من البيئة.



ثانياً... التأثيرات الصحية للملوثات الهواء البترولية

الملوثات الهوائية الناتجة عن صناعة البترول والغاز تشكل خطراً على صحة الإنسان وبيئته عند التعرض لها بتركيزات معينة. حيث تسبب الملوثات الهوائية العديد من الأضرار الصحية للإنسان مسببة له الأمراض والتسمم، كما أنها تؤثر على بيئته من حوله فالملوثات الهوائية الثقيلة تترسب في التربة وتنتقل للنباتات والحيوانات وقد تصل إلى الإنسان عبر السلسلة الغذائية. وتنبعث الملوثات البترولية للهواء من المصادر الآتية:

- الانبعاثات التي تنطلق من عمليات استكشاف واستخراج وإنتاج البترول الخام والغاز الطبيعي.
- الانبعاثات التي تنطلق من عمليات نقل وتوزيع البترول الخام والغاز الطبيعي ومشتقاتهما.
- الانبعاثات التي تنطلق من مصافي البترول الخام ووحدات معالجة الغاز الطبيعي.
- الانبعاثات التي تنطلق نتيجة لاستهلاك مشتقات البترول الخام والغاز الطبيعي.

- الانبعاثات الناتجة عن الحوادث والكوارث البترولية والانسكابات في البيئة.
 - الانبعاثات الناتجة عن حرق الوقود في محطات القوى الكهربائية وحرق الوقود في وسائل النقل والمواصلات.
 - الانبعاثات الناتجة عن العمليات العسكرية والحروب وعمليات التخريب المتعمدة.
- وتشكل هذه الانبعاثات كما ذكرنا العديد من التأثيرات الصحية والبيئية، وبصورة عامة يمكن تصنيف تأثيرات الملوثات الهوائية البترولية كالنالي:

أ - تأثيرات أكاسيد الكربون

ينتج عن الصناعة البترولية وخاصة حرق الوقود البترولي نوعان من الأكاسيد الكربونية اللذان لهما تأثير صحي على الانسان وهما غاز أول أكسيد الكربون وغاز ثاني اكسيد الكربون.

(1) تأثير غاز أول أكسيد الكربون CO

يعتبر غاز أول أكسيد الكربون من أشد الغازات الملوثة للهواء سمية، ويتغير تأثير هذا الغاز على صحة الإنسان تبعاً لتركيزه. وفي الولايات المتحدة الأمريكية فإن تركيز هذا الغاز المسموح به هو 9 جزء في المليون.

- ♣ عندما يصل تركيزه إلى 50 جزء من المليون لمدة ستة أسابيع فإن ذلك يؤثر على عمل القلب والدماغ كما يؤثر على حدة الرؤيا.
- ♣ عندما يصل تركيزه إلى 85 جزء من المليون فإن فاعلية الدم لنقل الأكسجين تقل بمعدل 15 %.
- ♣ التعرض لتركيز 100 جزء من المليون لعدة ساعات يسبب الدوران وصعوبة التنفس وارتخاء العضلات.
- ♣ وإذا وصل التركيز 100 جزء من المليون فإن ذلك يؤدي إلى الغيبوبة والوفاة.
- ♣ وعندما يصل التركيز إلى 1000 جزء من المليون تحدث الوفاة حالاً.

ويعزي ذلك إلى قدرة الغاز على الاتحاد بهيموجلوبين الدم بدلا من الأوكسجين مكونا كربوكسي هيموجلوبين Carboxy Hemoglobin ؛ حيث إن قدرته للاتحاد مع الهيموجلوبين تفوق قدرة الأوكسجين بـ 20 مرة وعندما يصل تركيز أول أكسيد الكربون في الهواء إلى 120 جزء من المليون فإن تركيز الكربوكسي هيموجلوبين تصل إلى 20%، وعندما يصل التركيز إلى 600 جزء من المليون فإنه يصبح تقريباً كامل الهيموجلوبين محملاً بغاز أول أكسيد الكربون.

وعلاوة على ذلك فإن الكربوكسي هيموجلوبين المتكون يعرقل بشكل مؤثر تحرر الأوكسجين من جزيء الهيموجلوبين، وهذا يؤدي إلى تقليل كمية الأوكسجين المتاحة أكثر فأكثر، كما يفسر ظهور حرمان الخلايا من الأوكسجين في حالات التسمم بهذا الغاز برغم وجود تراكيز عالية نسبياً من الهيموجلوبين بالدم أعلى مما يلاحظ في حالات فقر الدم (الأنيميا).

ويلاحظ أن هناك تداخل بين مستويات أول أكسيد الكربون في الهواء الملوث والمستويات التي تؤدي إلى حدوث تأثيرات ملحوظة وذلك لأن الإنسان لا يتميز بمناعة ضد مستويات التلوث ولكن درجة التأثير بالتلوث قد تختلف من شخص لآخر نتيجة لكثير من العوامل الصحية.

وعموماً يمكن إجمال تأثير غاز أول أكسيد الكربون على الإنسان بالآتي:

- ضعف في القوة، ارتخاء في عضلات الجسم وبذلك لا يستطيع المصاب المشي خارج المكان.
- ضعف في السمع.
- نقص في الرؤية.
- غثيان وقيء .
- انخفاض ضغط الدم.
- انخفاض في الحرارة.
- ازدياد النبض مع ضعف في إحساسه.
- أخيراً الإغماء والوفاة خلال ساعتين.

والجدول التالي يبين التأثيرات التي يحدثها الكربوكسي هيموجلوبين عند تركيزات مختلفة.

جدول 1-4

تأثير الكربوكسي هيموجلوبين الصحية

التركيز %	التأثير
أقل من 1 %	لا يوجد تأثيرات واضحة
من 1-2 %	أدلة على تغير في تصرفات وسلوك الإنسان
من 2-5 %	تأثيرات نفسية وعصبية وتدني في الشعور بالزمن وخلل نفسي
أكثر من 5 %	تأثر القلب والجهاز التنفسي ورغبة شديدة بالنوم وآلام بالرأس

(2) غاز ثاني أكسيد الكربون CO₂

لا يعتبر غاز ثاني أكسيد الكربون مصدر تلوث شديد الخطورة على صحة الإنسان والحيوان؛ حيث إنه يوجد في الهواء الطبيعي بتركيز 345 جزء من المليون. في حين تكون الجرعة القاتلة للإنسان من هذا الغاز 80.000 جزء من المليون. ولكن مصدر خطورته تكون في ازدياد تركيزه بنسبة 0.7 % سنوياً. ويعتقد أن تلك الزيادة المستمرة من إطلاق هذا الغاز هي السبب الرئيسي لزيادة درجة حرارة المدن المزدحمة بوسائل النقل. وتسمى هذه الظاهرة بظاهرة البيوت الزجاجية Green House phenomenon.

ويسبب غاز ثاني أكسيد الكربون الاختناق إذا ارتفعت نسبته في الهواء المحيط بالإنسان الي 5 % نتيجة لانخفاض تركيز الاكسجين في الدم وذلك بسبب تفاعل ثاني اكسيد الكربون مع هيموجلوبين الدم مكونا مركب الكربوامينوهيموجلوبين Carbaminoohemoglobin. أما إذا زادت النسبة إلى 10% فإنه يسبب فقدان الوعي وبالتالي حدوث الوفاة. والتعرض الطويل الأمد للغاز وبنسبة تركيز تتراوح بين 0.5 - 1.0% فإنه يسبب زيادة الكالسيوم في أنسجة الجسم وخاصة الكلية.

ب- تأثيرات الملوثات الكبريتية

ينتج عن استخدام البترول وحرق المنتجات والمشتقات البترولية المحتوية على الكبريت مواد كبريتية مختلفة إلا أن أهم الملوثات الكبريتية للهواء التي لها تأثير صحي هي:

(1) تأثير غاز ثاني أكسيد الكبريت SO_2

يظهر أثر غاز ثاني أكسيد الكبريت على الإنسان على شكل تخريش شديد للأغشية المخاطية في الجهاز التنفسي، ما يسبب السعال الجاف، والأكم الصدري، والتهاب القصبات الهوائية، وضيقاً في التنفس. أما إذا تعرض الإنسان لتركيز عال لثاني أكسيد الكبريت في الهواء، فإنه يصاب بتشنجات فجائية وأختناق. أما التعرض لمدد طويلة ولو لتركيز منخفضة من غاز ثاني أكسيد الكبريت في الهواء، تسبب ظهور أعراض تدني في حاسة الذوق، وحاسة الشم، والتهاب القصبات المزمن، والتصلب الرئوي. وقد أظهرت الدراسات التي أجريت في مدينة نيويورك على الأطفال الذين تراوح أعمارهم بين 1-12 سنة، أن الذين يعيشون في أوساط ملوث هوائها بغاز ثاني أكسيد الكبريت يعانون من التهاب القصبات الهوائية بنسبة تزيد بنحو 20% عن الأطفال في الفئة العمرية نفسها، الذين يعيشون في أوساط هوائها غير ملوث بغاز ثاني أكسيد الكبريت. ويعتبر التركيز 150 جزء من المليون هو الجرعة القاتلة للإنسان من هذا الغاز.

جدول 4-2

تأثيرات ثاني أكسيد الكبريت على الإنسان

التأثيرات	التركيزات جزء في المليون
أقل كمية يكشف عنها بالرائحة	3-5 جزء في المليون
أقل كمية تسبب هيجان فوري في الحلق	8-12 جزء في المليون
أقل كمية تسبب التهاب فوري في العيون	20 جزء في المليون
أقصى حد مسموح به خلال تعرض قصير 3 دقائق	50-100 جزء في المليون
خطر جداً ومميت مع التعرض القصير	400-500 جزء في المليون

(2) تأثير غاز ثالث أكسيد الكبريت SO_3

تتشابه التأثيرات الصحية لغاز ثالث أكسيد الكبريت مع غاز ثاني أكسيد الكبريت إلا أن إثارة ليست ملحوظة بدرجة كبيرة لأنه غاز غير ثابت سرعان ما يتحلل بالحرارة ليعود مرة أخرى مكونا ثاني أكسيد الكبريت

(3) تأثير غاز كبريتيد الهيدروجين H_2S

يعتبر غاز كبريت الهيدروجين من الغازات السامة جدًا إذ إنه أشد سمية حتى من غاز أول أكسيد الكربون، كما أنه يعمل على تسميم الوسائط المستعملة في عمليات المعالجة اللاحقة وهو ذو تأثير تآكلي ولاسيما أن وجوده في تماس مع التجهيزات السطحية والأنابيب يمكن أن يجعل البنية المعدنية لهذه التراكيب أكثر هشاشة، كما أن وجود كبريت الهيدروجين في الغاز يشكل مع الماء هيدرات صلبة عند درجات الحرارة المنخفضة الأمر الذي يؤدي إلى انسداد الأنابيب.

و يدخل غاز كبريتيد الهيدروجين إلى جسم الإنسان من طريق التنفس والجلد. ويؤثر في الجهاز العصبي المركزي، ويثبط عملية الأكسدة الخلوية بسبب تأثيره على الانزيمات الفعالة الخاصة بالتنفس، ما يحدث اضطراباً في التنفس الخلوي. كما يؤثر هذا الغاز في قدرة الإنسان على التفكير، ويهيج الأغشية المخاطية في المجاري التنفسية وملتحمة العين.

ويبلغ تركيز غاز كبريتيد الهيدروجين في الهواء المسموح به بين 0.003 و 0.008 جزء في المليون. وبمجرد الشعور برائحة غاز كبريتيد الهيدروجين (رائحة البيض الفاسد) يعني أن تركيزه في الهواء قد تعدى الحدود المسموح بها.

ويمكن اجمال الآثار الصحية للتعرض لتركيزات من غاز كبريتيد الهيدروجين كالتالي:

- التعرض لتركيز (1 جزء في المليون) لا آثار جسدية هامة، حاسة الشم تبقى سليمة ويمكن ان تكتشف ولها رائحة البيض الفاسد.
- التعرض لتركيز (10 جزء في المليون) التهاب العين، وأيضا هو قمة الحد الأقصى المسموح بالتعرض له لمدة ثماني ساعات ويمكن أن تننفس بدون استخدام أجهزة التنفس.
- التعرض لتركيز (15 جزء في المليون) الحد الأقصى المسموح

بالتعرض له لمدة 15 دقيقة ويمكن أن تتنفس بدون استخدام أجهزة التنفس.

- التعرض لتركيز (100 جزء في المليون) يسبب حرقان العيون والحلق، والصداع، الغثيان، الكحة، حاسة الشم تصبح عديمة الجدوى خلال 3-15 دقيقة.
- التعرض لتركيز (200 جزء في المليون) فشل الجهاز التنفسي أو الجهاز الدوري، الإغماء، النوبات المرضية، فشل الأمعاء والمثانة، الموت خلال 30 دقيقة.
- التعرض لتركيز (300 جزء في المليون) الإغماء الفوري ويقتل في الحال.

ج- تأثير أكاسيد النتروجين

(1) تأثير غاز اول اكسيد النتروجين NO

لم تظهر الدراسات أية تأثيرات ضارة لهذا الغاز على الإنسان أو النبات الا أنه يؤثر على طبقة الأوزون التي تحيط بالغلاف الجوي للمكرة الأرضية.

(2) تأثير غاز ثاني اكسيد النتروجين NO₂

يتفاوت تأثير ثاني أكسيد النتروجين على صحة الإنسان تبعاً لتركيزه وفترة التعرض، فعندما يصل تركيزه الي 3 أجزاء من المليون يبدأ الإنسان بالتأثر حيث يسبب تهيج الأنف والعين. وعموماً أضرار ثاني أكسيد النتروجين كالاتي:

1. يؤدي إلى تهيج الأغشية المخاطية للمجاري التنفسية ويسبب أضرار في الرئة مثل Pulmonary edema.
2. يؤدي إلى تهيج الأغشية المخاطية للعين.
3. يحدث ضرراً في طبقة الاوزون.
4. يكون الأمطار الحمضية.

كما يعتبر ثاني أكسيد النتروجين من الملوثات شديدة الخطورة لأنه يشكل المفتاح الذي يدخل في سلسلة من التفاعلات الكيموضوية مكونا الضباب الكيموضوي وذلك بوجود الهيدروكربونات وثاني أكسيد الكبريت وأشعة

الشمس.

د- تأثير الهيدروكربونات

تعتبر الهيدروكربونات وخاصة الأروماتية منها مواد سامة تسبب أمراضاً خطيرة مثل تلف الكلى والكبد والتحجر الرئوي والتهابات الجهاز التنفسي ويزداد خطر هذه المركبات بما تنتجه من مشتقات ثانوية نتيجة تعرضها وتفاعلها مع أكاسيد النتروجين في وجود ضوء الشمس لتتكون مركبات يطلق عليها مركبات الضباب الأسود مثل الالدهيدات ونيترات بيروكسي أسيتل والتي بدورها تسبب أذى شديد للإنسان والحيوان والنبات. الجدول التالي يبين سمية بعض المركبات الهيدروكربونية العطرية.

جدول 3-4

سمية بعض المركبات الهيدروكربونية العطرية الأروماتية

المركب	التركيز جزء في المليون	التأثير
البنزين	100	هياج والتهاب في الغشاء المخاطي
البنزين	3000	محتمل لفترة 0.5 - 1 ساعة
البنزين	7500	خطر بعد 0.5 - 1 ساعة
البنزين	20000	قاتل بعد 5 الي 10 دقائق
التولوين	200	تعب - ضعف وتشتت بعد 8 ساعات
التولوين	600	فقد الاتزان واتساع إنسان العين بعد 8 ساعات

ه- تأثير الجسيمات الدقيقة

تؤثر الجسيمات على صحة الإنسان بدرجات متفاوتة تبعاً لحجمها وطبيعتها الكيميائية المختلفة. فالجسيمات الكبيرة التي يزيد قطرها عن 50 ميكرومتر لا تعتبر شديدة الخطورة على الإنسان حيث تتمكن الشعيرات المبطنة للجيوب الأنفية من التقاطها ومنع نفاذها إلى الرئتين. أما الجسيمات التي يكون قطرها أقل من 10 ميكرومتر فهي شديدة

الخطورة على صحة الإنسان.

وقد لوحظ أن تأثير الجسيمات يكون أكثر ضرراً مع وجود ملوثات أخرى في الهواء؛ حيث إن لبعض الجسيمات الملوثة للهواء خاصية الامصاص Adsorption فيمكنها أن تدمص بعض الملوثات الغازية التي سطوحها وتدخل إلى الرئتين مسببة تأثيراً مزدوجاً. وعندما يصل تركيز الملوثات إلى 100-130 ميكروجرام / م³ فإن ذلك يؤدي إلى زيادة الحالات المرضية للجهاز التنفسي لدى الأطفال، وإذا وصل التركيز إلى 300 ميكروجرام / م³ زادت حالات الالتهاب للشعبات الهوائية. وعندما يصل التركيز إلى 750 ميكروجرام / م³ فإن ذلك يؤدي إلى زيادة الوفيات بين الأطفال وكبار السن.

و - تأثير الأوزون الأرضي

ومع أن وجود غاز الأوزون ضرورياً خاصة في الطبقة العليا من الغلاف الغازي لحجب الأشعة فوق البنفسجية الضارة؛ إلا أنه عندما يزداد تركيزه في الطبقة السطحية من الغلاف الغازي يتسبب في أضرار صحية كثيرة أهمها حساسية الأغشية المخاطية في الجهاز التنفسي والعيون، وتورمات غريبة في أنسجة الرئتين. الجدول التالي يبين تأثيرات الأوزون حسب التركيز وفترة التعرض.

جدول 4-4

تأثيرات الأوزون الأرضي الصحية والبيئية

تركيز الأوزون في الهواء (جزء من المليون)	فترة التعرض	التأثير
0.02	ساعة واحدة	تخريب المواد التي يدخل في تركيبها المطاط
0.03	8 ساعات	تأثيرات ضارة على النبات
0.05	ساعة	تهيج في الأنف والحنجرة وجفاف الجزء المخاطي من الجهاز التنفسي

تشنج في قصبات الجهاز التنفسي	ساعة	0.1
تهيج الحلق وتشنج الرئتين	أقل من 8 ساعات	0.3
سعال شديد وتغيرات كيميائية في بروتينات الرئتين	ساعتين	2
التهاب حاد ونزيف رئوي	4/1 ساعة	10-5

أما تأثير غاز الأوزون على النبات فيتمثل في تبقع الأوراق وتبرقشها، خاصة في العنب والبرسيم والبطاطس، والقمح، وتغير نفاذية الأغلفة الخلوية، وإعاقة نشاط الإنزيمات، وتخریب الشبكة الإندوبلازمية الداخلية، وتقليل معدل البناء الضوئي. كما يؤثر غاز الأوزون على الأصبغة المستخدمة في تلوين المنسوجات، ويخرب المطاط، خاصة المطاط المستعمل في صناعة إطارات السيارات.

بي - تأثيرات الرصاص ومركباته

يعتبر استخدام الرصاص مع وقود السيارات على هيئة مركبات هالوجينية مثل رابع ايثيل الرصاص أحد المسببات الرئيسية لتلوث الهواء بالرصاص حيث تتحول إلى مركبات غير عضوية تنبعث من عوادم السيارات إلى الهواء.

وأكثر أجهزة الجسم البشري تأثراً بالتعرض لجرعات سامة من الرصاص هي:

- **جهاز تكوين الدم:** فأخذ الآثار المبكرة والأكثر أهمية للتلوث بالرصاص في الجسم البشري يتمثل في التغير الذي يحدث في تجمعات المجموعة الدموية مما يؤدي إلى الإصابة بالأنيميا نتيجة للتغيرات التي تحدث في خلايا الدم الحمراء.
- **الجهاز العصبي المركزي:** تعتبر آثار الرصاص على الجهاز العصبي المركزي أكثر أهمية بمراحل على الأطفال الصغار وقد تحدث الآثار السيكولوجية العصبية حتى بالنسبة للمستويات التي تعتبر دون السمية وقد يؤدي التعرض للرصاص لفترة طويلة إلى إحداث آثار هامة على الجهاز العصبي المركزي مما يتسبب فيما يعرف باسم

الاعتلال الدماغي الناجم عن الرصاص الذي تتراوح أعراضه بين التغيرات السلوكية والعضوية القوية إلى التغيرات العصبية. وعلاوة على ذلك، تحدث فروق في الآثار عندما تتغير مصادر الرصاص من العضوية إلى اللاعضوية.

▪ **الجهاز العصبي الطرفي:** يؤدي الرصاص العضوي إلى أحداث تأثيرات عكسية على الجهاز العصبي الطرفي لا في بنیان الأعصاب فحسب بل وفي السلوك الكيماوي البيولوجي أيضاً. وأكثر التأثيرات المميزة له هو الشكل الناجم عن الرصاص الذي تبدو أبرز مظهرة في فقد قوة اليدين.

▪ **وبجانب الأجهزة المشار إليها أعلاه،** تتأثر أيضاً الأجهزة التالية من التلوث بالرصاص "المسالك البولية والجهاز الهضمي والأوعية الدموية والجهاز التناسلي والغدد والمفاصل".

▪ **يحل الرصاص محل الكالسيوم في أنسجة العظام.**

▪ **يؤدي تراكمه في أجسام الإجنة الي تشوهها وإلي إجهاض الحوامل.**

ثالثاً... التأثيرات الصحية للوثات الماء البترولية

إن تلوث الماء بالمواد البترولية سيؤثر بشكل مباشر على صحة الإنسان لأن المركبات والمشتقات البترولية هي مواد سامة بطبيعتها ووصولها لمصادر الماء وخاصة ماء الشرب تؤدي لتلوث الماء وعدم صلاحيته للاستخدام الآدمي سواء للشرب أو الزراعة. وبالإضافة إلى السمية فإن المركبات البترولية تكسب الماء رائحة كريهة يصعب التخلص منها، كما أن استخدام المياه الملوثة بالمركبات البترولية في ري المزروعات سيتلف المزروعات وبالتالي تموت الحيوانات التي تتغذى على تلك المزروعات. وجود البترول ومشتقاته في الماء يمنع وصول الضوء إلى الأحياء المائية فتعيق عمليات التمثيل الضوئي التي تعتبر المصدر الرئيسي للأكسجين والتنقية الذاتية للماء؛ مما يؤدي إلى موت كثير من الكائنات البحرية واختلال في السلسلة الغذائية للكائنات الحية. المركبات البترولية عند اتحادها في المياه تصبح أكثر ثباتاً وتنتقل عن طريق السلسلة الغذائية وتخترن في كبد ودهون الحيوانات البحرية وهذه لها آثار بعيدة المدى والتي لا تظهر على البشر إلا بعد عدة سنوات وتسبب عدة أمراض. كما أن تلوث مياه البحر بالمواد البترولية يعيق ويوقف عمليات تحلية

مياه البحر وذلك نظراً لإمكانية تأثيرها على جودة المياه المنتجة للشرب.
تأثير التلوث البترولي للماء على الكائنات الحية

التلوث بزيوت البترول يؤثر على الكائنات الحية بعدد من الطرق تعتمد على خصائص المكونات الزيتية وتركيزاتها في الماء. وهذه التأثيرات تتراوح بين آثار ميكانيكية بسيطة إلى تأثيرات سامة. وقام العالم ميلر بقياس استجابة العديد من الكائنات المائية لتركيزات مختلفة من زيت البترول داخل الماء وتراوحت الاستجابة بين تراكم حيوي بسيط إلى حدوث موت لبعض الكائنات، والجدول التالي يسرد هذه الاستجابات.

جدول 4-5

استجابات الكائنات للتلوث بزيت البترول

التركيز (جزء في البليون)	الاستجابة
10-0.0	تراكم حيوي
100-10	تأثير على سلوك الكائن الحي
1000-100	تأثير على النمو والتكاثر
10000-1000	تأثير مميت لليرقات والأطوار الياقعة
أكبر من 10000	مميت للكائنات البالغة (الناضجة)
المصدر 1982 Miller	

وعموماً تتلخص بعض تأثيرات التلوث البترولي على الكائنات الحية في المظاهر الآتية:

- للبتترول تأثير خافق لمعظم الكائنات المائية وخاصة الحيوانات.
- كثير من الحيوانات البحرية مثل القواقع وأسد البحر وتغالب الماء تتأثر بالزيت حيث إن تراكم البترول على جسم الحيوان يحرمه من القدرة على تكيف درجة حرارة جسمه الداخلية ويسبب له تسمماً قد يؤدي إلى موته.
- جسم الطيور يحتفظ بحرارته من خلال حرق الغذاء المخزن في العضلات، والطيور التي تلوثت بالزيت تفقد قدرتها على التقاط الطعام بكفاءة ويمكن أن تموت لانخفاض درجة حرارتها.

- كثير من الكائنات الحيوانية الوبرية مثل أسد البحر ممكن أن تتأثر بالزيت مثل الطيور عندما يخترق الزيت النسيج الوبري للحيوان.
- الكائنات الحيوانية الصغيرة تصاب بالاختناق والسعال لوجود طبقات الزيت الطافية وتموت.
- تعتبر المواد المشتتة للتلوث القائمة على الكيوسين والمحتوية على نسبة عالية من المركبات العطرية خطرة بنوع خاص وقد عانت الكائنات الصغيرة القاعية الواقعة خارج نطاق حركة المد والجزر مباشرة أو داخله أضراراً بالغة نتيجة تسربان نفطية خفيفة أو ثقيلة وقد تستغرق عودتها إلى حالتها الطبيعية سنوات وفي المناطق الواقعة تحت تأثير المد والجزر قد يؤدي إلى نفوق اللاقاريات التي تتغذى بالعشب مثل (قنفذ البحر) إلى استفحال نمو الطحالب الخضراء التي تلحق ضرراً بالنظام الإيكولوجي وقد عزيت إلى هذه الطحالب كارثة نفوق الأسماك التي شهدتها مياه الكويت. ومن الجدير بالذكر بأن مصائد الأسماك الرئيسية في العالم توجد في المناطق الساحلية و90% من أسماك هذه المصائد تتوالد في مياه الأجراف القارية التي تشكل 10% من مساحة المحيطات.
- قد يصحب تلوث المياه بزيوت البترول نوع آخر من التلوث يشبه التلوث الكيميائي فيعد انتشار طبقة الزيت ورفقتها بمرور الزمن تستطيع أشعة الشمس اختراقها ويتمكن أكسجين الهواء من الانتشار خلالها وبهذا التأثير يحدث تفاعل كيميائي ضوئي وينتج عن هذا التفاعل تأكسد بعض السلاسل الهيدروكربونية التي يتكون منها زيت البترول وتحدث بعض التفاعلات لتعطي بعد مدة من الزمن أصنافاً جديدة من المواد الكيماوية مثل: (الكحوليات - الألديدات - الكيتونات - بعض المركبات الحلقية) وهي مواد لم تكن موجودة سابقاً وتصبح في متناول كثير من الكائنات الحية لأنها تنصف بصغر حجم جزيئاتها وسهولة ذوبانها في الماء وتؤدي هذه المواد السامة إلى حدوث مزيد من الضرر بالبيئة البحرية وتكون سبباً في قتل الأسماك وغيرها من الكائنات الحية.
- يؤدي نفوق المرجان إلى فقدان الشعاب المرجانية موائلها الطبيعية ولا تتجدد غالبية الكائنات الحية في نظامها الإيكولوجي

وهذا يطيل مدة تأثير التلوث البحري بالتسربات البترولية سواء على الشواطئ أو في عرض البحر حتى لو اختفى البترول أو أزيل كما تتأثر الطيور البحرية ففي المحيط المتجمد الشمالي تتأثر البيئة بالتلوث البترولي أكثر من المناطق المعتدلة لبطء عمليات تحلل البترول في ظروف البرد والظلمة.

- إن المركبات البترولية الأكثر دواماً والتي تستغرق فترة طويلة للتخلص منها تنتقل عن طريق السلسلة الغذائية وتختزن في كبد ودهون الحيوانات البحرية وهذه لها آثار بعيدة المدى والتي لا تظهر على الجسم البشري إلا بعد سنوات عدة.
- إن تلوث الأسماك يجعلها غير صالحة للاستخدام الآدمي فعلى سبيل المثال وجد في عينة من الأسماك تم صيدها في خليج جاكارتا في إندونيسيا أن نسبة الرصاص فيها تزيد بمقدار 44% عن الحد المسموح به وأن الزئبق يزيد بنسبة 38% كما ورد في تقرير منظمة الصحة الدولية.

رابعاً... التأثيرات الصحية للوثات التربة البترولية

الأضرار التي تصيب التربة من التلوث بالمواد البترولية لا تقل في خطورتها عن الأضرار الناتجة عن تلوث الماء والهواء، بل على العكس ربما تكون الأضرار أشد خطورة لصعوبة معالجة أنواع معينة من الملوثات التي تصيب التربة. ويمكن إجمال أضرار تلوث التربة بالبترول والمنتجات البترولية في الآتي:

1. ثبات بعض المركبات البترولية (بعض المركبات العضوية الفينولية وبعض المواد غير العضوية) مدة طويلة بالبيئة مما يصعب من تحليلها بقل الزمن.
2. الأضرار بالكائنات الحية المفيدة للتربة إذا تعمل بعض المركبات البترولية على إفساد بيئة الكائنات الحية بالتربة وبالتالي تؤدي إلى موتها، وبعضها يكون مقيداً في عمليات التحلل العضوي داخل التربة مما يفقدها خصوبتها وتصبح التربة غير صالحة للزراعة.
3. قتل وتسميم للطيور التي تقتات على النباتات الملوثة بالمركبات البترولية.

4. التأثير السلبي على التنوع الحيوي للحيوانات والنباتات داخل التربة.

5. التراكم الحيوي: حيث تتراكم بعض المشتقات البترولية داخل الكائنات الحية ويزداد معدل التراكم كلما ارتفعنا في سلم الهرم الغذائي.

6. مكوث المركبات البترولية فترة طويلة بالتربة قد يعمل على تلوث المياه الجوفية بتلك المركبات خلال نفاذها خلال طبقات التربة.

خامساً... الأخطار الصحية للمقيمين بالقرب من المنشآت البترولية

مصافي البترول على سبيل المثال تنتج كميات كبيرة من ملوثات الهواء والماء وفضلات سامة خطيرة. وخليط الملوثات يزداد بازدياد النشاطات والعمليات في مصافي البترول. فالملوثات المنبعثة باستمرار في جميع منتجات التقطير للمصافي (وقود، مذيبات، زيوت، شمع، شحوم، إسفلت) بالتحديد تشمل على كبريتيد الهيدروجين، وأول أكسيد الكربون، وثاني أكسيد الكربون، والهيدروكربونات الحلقية المتعددة الحلقات (PAHs) والبنزين. لأن هذه المواد تتواجد بسهولة في المناطق الصناعية الكبيرة، وفي العادة تشمل على أعداد مضاعفة من هذه المواد في الصناعات البتروكيميائية، فإن التلوث الكبير للهواء والماء مرتبط عادة بوجود هذه المواد. وإن المقيمين بالقرب من هذه المنشآت معرضون لخطر محتمل نتيجة استنشاق الهواء الملوث وشرب المياه الملوثة. كذلك هنالك كميات كبيرة من الفضلات الخطرة تنتج من هذه المنشآت ويجب التخلص منها بالطرق المناسبة، وإلا فإنها ستؤثر سلباً على الصحة من خلال تلوث التربة والمياه الجوفية.

إن المقيمين في اتجاه معاكس للريح بالقرب من مصافي البترول يكونون أكثر عرضة لأعراض الجهاز التنفسي (السعال والربو التنفسي) ولقد بينت الدراسة التي أجريت في الولايات المتحدة الأمريكية على الأشخاص القاطنين بالقرب من المنشآت البتروكيميائية بأن هناك ارتفاع معدل الإصابة بسرطان الدماغ لهؤلاء الأشخاص، وفي الدراسة التي أجريت على القاطنين بالقرب من المنشأة البتروكيميائية في لويزيانا لأكثر من عشر سنوات تبين زيادة خطر الإصابة بسرطان الرئة.

الأخطار الصحية المهنية داخل مصافي البترول

توجد أخطار صحية مهنية محتملة في مصافي البترول منها التعرض الناتج عن ملامسة الجلد واستنشاق الغازات والأبخرة، وبشكل رئيسي الهيدروكربونات والتي إما أن تكون موجودة طبيعياً في الزيت الخام والتي تنبعث خلال عمليات التكرير أو يتم تشكيلها وتنبعث خلال عملية المعالجة . كما أن مركبات الكبريت الغازية مثل كبريتيد الهيدروجين، ثاني أكسيد الكبريت والمركبات التي تنبعث خلال عملية إزالة ومعالجة الكبريت بالإضافة إلى التعرض للغبار والرداذ الناتج عن عمليات الصيانة واستخدام المواد المحفزة وحمل المنتجات اللزجة والصلبة مثل الفحم والقار وهذه تعتبر من الأخطار المهنية المحتملة في مصافي البترول . والمواد الكيميائية الرئيسية التي قد يتعرض لها العاملون في مصفاة البترول مدرجة بالجدول التالي. وقد بينت الوكالة الدولية لبحوث السرطان أن التعرض المهني لعمليات تكرير البترول من العوامل المسرطنة للإنسان.

جدول 4-6

المواد الكيميائية الرئيسية التي ربما يتعرض لها العمال في محطات تكرير البترول

المادة	الاستخدام/ المصدر
ألومينا (أكسيد الألمنيوم) Alumina	مادة محفزة
كلوريد الألمنيوم Aluminum chloride	مادة محفزة
أمينات اليفاتية Aliphatic amines	إزالة الكبريت من الماء
أمينات حلقيّة aromatic amines	التكسير بالحفز، مقاوم التآسد
أمونيا Ammonia	التقطير، التكسير بالحفز
مركبات الزرنيخ Arsenic compounds	الزيت الخام، غسيل الغاز
الاسبستوس Asbestos	مادة عازلة، مانع للتسرب

ادخلة الفار Bitumen fumes	تعبئة صهاريج نقل البترول، التنظيف
رباعي كحول البيوتيل Tert-Butyl alcohol	مزيج (خلط) الجازولين الخالي من الرصاص
الكروم ومركباته Chromium and its compounds	مادة محفزة، اللحام
الكوبلت ومركباته Cobalt and its compounds	مادة محفزة
الفحم Coke	وحدات التوكوك) تحويل الفحم أو البترول (إلى أوك)
فلوريد الهيدروجين Hydrogen fluoride	مادة محفزة
كبريتيد الهيدروجين Hydrogen sulfide	التكسير/ التقطير
كلوريد الهيدروجين Hydrogen chloride	في صناعات الايزومر (المركبات المتشابهة في التركيب ومختلفة في الخواص)
النحاس ومركباته Copper and its compounds	إزالة الكبريت من الماء، مادة محفزة
زيت خام Crude oil	التقطير ووحدة المعالجة المتعاقبة
الهيدروكربونات الحلقية Aromatic hydrocarbons	في الغالب وحدات المعالجة
الكيتونات Ketones	مذيب
الرصاص ومركباته Lead and its compounds	إزالة الكبريت
النيكل ومركباته Nickel and its compounds	مادة محفزة، اللحام، نواتج الاحتراق
فينول Phenol	التقطير الخام، مياه الفضلات
الزيوت المعدنية Mineral oils	وحدة الشحوم والزيوت
بلاديوم Palladium	مادة محفزة

الزفت Pitch	قسم الزفت، عمليات التحميل
حمض الفوسفوريك Phosphoric acid	مادة محفزة
البلاتين Platinum	مادة محفزة
الهيدروكربونات الحلقية متعددة النوى Polynuclear aromatic hydrocarbons (PAHs)	التقطير، التفحيم، عمليات تكويك الزفت، معالجة مياه الفضلات
المذيبات البترولية Petroleum solvents	التصنيع
حمض الكبريتيك Sulfuric acid	مادة محفزة
رباعي إيثيل الرصاص Tetraethyl lead	مزج الجازولين
مركبات فاناديوم Vanadium compounds	زيوت الوقود المتبقي، تنظيف المداخن والمصارف

وسوف تسرد لبعض الملوثات الضارة المنبعثة في مصافي تكرير البترول والآثار البيئية والصحية لها.

جدول 4-7

أهم الملوثات الضارة المنبعثة في مصافي تكرير البترول وتأثيراتها الصحية والبيئية

الخصائص الفيزيائية	السمية	التسبب في السرطان	تأثيرها ومصيرها في البيئة
الأمونيا			

<p>- مادة أكلة</p> <p>- غاز مهيج ذو رائحة نفاذة</p>	<p><u>أمونيا لا مائية</u></p> <p>تهيج الجلد والعين والأنف والحلق والجهاز التنفسي</p> <p><u>أمونيا مائية</u></p> <p>سمية متوسطة للأحياء المائية</p>	<p>لم يثبت علمياً أن الأمونيا من المواد المسببة للسرطان</p>	<p>- عند امتصاصها في التيارات المائية تسبب أضراراً للأسماك</p> <p>-في الهواء فتتحد الأمونيا مع أيونات الكبريتات وتذوب في مياه الأمطار لتعود بسرعة إلى التربة والمسطحات المائية. - تعتبر الأمونيا مركباً رئيسياً في دورة النتروجين في الطبيعة</p>
التولوين			
<p>مادة عضوية متطايرة</p>	<p>- إستنشاق أو تناول التولوين يؤدي إلى الإصابة بالصداع والتشوش وضعف الذاكرة -ضعف وظائف الكبد والكلى</p> <p>أمونيا مائية</p> <p>-سمية متوسطة للأحياء المائية</p>	<p>-لا توجد أدلة تشير إلى أن التولوين من مسببات السرطان</p>	<p>-تطايير التولوين المنبعث في التربة والمياه.</p> <p>تحقوم الكائنات الدقيقة بتحليل بعض منه -عند تطايره يتفاعل مع بعض المركبات في الطبقة السفلى من الجو ويسبب في تكون الأوزون الأرضي.</p>
البروبيلين			
<p>مادة عضوية متطايرة تذوب في الماء</p>	<p>-في حالة الإستنشاق لتركيزات منخفضة فإنه يتسبب في إحداث تسمم وتتميل وعدم القدرة على التركيز</p> <p>-في حالة الإستنشاق لتركيزات عالية فإنه</p>	<p>-لا توجد أدلة تشير إلى أن البروبيلين من مسببات السرطان</p>	<p>- يتحلل في الجو ويتبخر في التربة والمياه</p> <p>تحقوم الكائنات الدقيقة بتحليل بعض منه إذا تواجد في المياه أو التربة</p>

		يتسبب في فقدان الوعي وإنخفاض في ضغط الدم وعدم انتظام ضربات القلب	
الزئيلين			
<p>- له سرعة حركة متوسطة في التربة وقد يتسرب إلى المياه الجوفية.</p> <p>تقوم الكائنات الدقيقة في المياه بتحليل بعض منه</p> <p>- عند تطايره يتفاعل مع بعض المركبات في الطبقة السفلى من الجو ويتسبب في تكون الأوزون الأرضي.</p>	<p>لا توجد أدلة تشير إلى أن الزئيلين من مسببات السرطان</p>	<p>في حالة الاستنشاق أو التعرض لفترات قصيرة لمستويات عالية من الزئيلين إلى تهيج العين والأنف والحلق وصعوبة في التنفس كما يؤدي إلى فشل في وظائف الرئة على المدى البعيد</p>	<p>مادة عضوية متطايرة</p>
البثزين			
<p>- له قدرة كبيرة على الحركة في التربة وقد يتسرب إلى المياه الجوفية.</p> <p>تقوم الكائنات الدقيقة بتحليل بعض منه إذا تواجد في المياه أو التربة</p>	<p>من المواد المسببة للسرطان</p>	<p>في حالة الاستنشاق لفترات قصيرة يؤثر على الجهاز العصبي والتنفسي.</p> <p>- أما التعرض المزمن فيتمسبب في تسمم النخاع العظمي.</p>	<p>مادة عضوية متطايرة شحيحة الذوبان في الماء</p>

سادساً... المخاطر التي يتعرض لها العاملين في صناعة البترول
كانت صناعة البترول في جميع مراحلها صناعة خطيرة، ومن هنا كان من المفروض أن تكون لها منذ البداية قواعدها وإجراءاتها الصارمة في مجال حماية البيئة من التلوث أو التسرب وتنفيذ إجراءات السلامة في التشغيل لحماية العاملين ووسائل الإنتاج والحفاظ على البيئة المحيطة.

تعمقت مخاطر صناعة البترول في ظل عمليات التنمية والطلب المتزايد على استخدام البترول لتوفير احتياجات الطاقة الأولية كمنتجات بترولية وغاز طبيعي بحيث وصل الأمر إلى أن البترول كان يوفر أكثر من 90% من احتياجات بعض الدول ولاسيما المكتظة بالسكان كما هو الحال في مصر؛ بالإضافة إلى أهمية ودور البترول كمصدر ودعامة أساسية للدخل القومي في الكثير من البلدان المنتجة له، مما ازداد الوعي العام على ضرورة حماية البيئة والانسان وخاصة العاملين في مجال الصناعة البترول من مخاطره.

يتعرض العاملون في المنشآت البترولية لأربعة أنواع من المخاطر:

- 1- المخاطر الطبيعية.
- 2- المخاطر الكيميائية.
- 3- المخاطر الآلية (الميكانيكية).
- 4- المخاطر السيكولوجية (النفسية).

تكمّن المخاطر الطبيعية: بتعرض العاملين في مجال البترول الى التعرض للشمس أي للحرارة أثناء عمليات الحفر في العراء سواء في الصحراء أو في البحار. التعرض للضوضاء، الاهتزازات الناجمة من الحفر، التعرض للإشعاع إلى جانب التعرض إلى الضوء المبهر وللكهرباء في عمليات اللحام. مسببة أمراض عديدة مثل (ضربة الشمس، الاليميا، سرطان الدم، سرطان الجلد، عتامة عدسة العين). المخاطر الكيميائية: عن طريق الغازات والأبخنة والأبخرة والأتربة التي تتصاعد في جو العمل. تسبب الغازات أضراراً بالغة تصل إلى حد الاختناق والالتهابات، قد تتسبب في حرائق أو انفجارات لأن مستخرجات البترول مواد ملتهبة ومتفجرة.

المخاطر الآلية: تتعلق بالعمليات المتممة في الورش الملحقة بالمنشآت البترولية بهدف صيانة آلاتها.

المخاطر النفسية: تكمن في عدم تكيف العامل مع جو العمل المعزول عن الأهل والأصدقاء في أماكن نائية بالصحراء أو البحار مما يسبب للعامل الشعور بالغربة والوحدة والضيق.

سابعاً... الوقاية من مخاطر صناعة البترول

من أجل تقليل مخاطر صناعة البترول على العاملين في المشاريع البترولية من الضروري مراعاة ما يلي:

- 1- توفير أماكن السكن الصحي للعمال إضافة إلى المرافق التي تجعل الحياة مقبولة في الصحاري أو عند البحار والمناطق المهجورة.
- 2- توفير وسائل الترفيه والطعام الصحي ومياه الشرب النظيفة والملابس الواقية للعمال.
- 3- توفير وسائل نقل جيدة لنقل العمال الى حقول البترول ومنشآت البترول.
- 4- تنظيم فترات العمل والراحة والاجازات الأسبوعية والسنوية لتغطية الشعور بالغربة والحرمان الذين يعانون منه.
- 5- العناية بتنظيم وصيانة مصافي البترول لمنع تسرب الأبخرة والغازات إلى جانب إبعاد المصافي عن المدن والأماكن الزراعية حماية للبيئة المجاورة لمصافي البترول.
- 6- توفير كل وسائل الوقاية من الحريق والتجهيزات اللازمة لحماية العمال وخزانات تجميع البترول التي قد تتعرض للحرائق، ويجب ان تكون هناك مسافات مناسبة بين الخزان والآخر لتأمين وسائل الوقاية وهذا ما يجب عمله أيضاً بالنسبة لمستودعات الغاز التي يجب أن تجهز بوسائل الأطفاء الآلي وأن تكون بعيدة عن أماكن السكن والمدن.
- 7- تجهيز ناقلات البترول بكل وسائل الوقاية من الحرائق والانفجارات مع ملاحظة غسل الناقلات من الزيوت بسبب تلوث مياه البحر بالبترول.
- 8- يجب تصميم منافذ نجاة وانقاذ داخل الناقلات وتزويد العاملين بها بأدوات وقاية من الضجيج ومن غازات البترول وأبخرته.
- 9- منع التدخين اثناء تفريغ الناقلات والحذر من غاز كبريتيد الهيدروجين السام وكذلك الحذر من انهيار نقل البترول والغاز من الآبار الى موانئ التصدير سواء أكانت تحت الارض أو فوقها.

- 10- يجب توفير وسائل التهوية في معامل تكرير البترول لكي لا يتعرض العمال للتسمم بمركبات الكبريت والفاناديوم والزرنيخ وغاز أول أكسيد الكربون وكبريتيد الهيدروجين.
- 11- يجب عدم استعمال طرق الكنس الجاف لمنع انتشار غبار مادة الاسبستوس التي تستعمل في اعمال العزل الحراري وبعض الاعمال الصناعية الأخرى، كما من الضروري حفظ مادة الاسبستوس في بالات مبطنة بالبلاستيك وان تحفظ في أوعية محكمة الإغلاق وتبديل ثياب العمل قبل مغادرة مكان العمل.
- 12- يستلزم ارتداء ملابس الوقاية مثل أغطية الرأس والقفازات ونظارات اللحام وسدادات الاذن للوقاية من الضوضاء والكمادات والاقنعة المضادة للابخرة والغازات السامة وكذلك الاحذية الخاصة.
- 13- الاهتمام بتوعية العمال بالندوات والملصقات لتعريفهم بمخاطر عملهم وطرق الوقاية الشخصية منها. إضافة إلى توفير وسائل الإسعاف بالمنشآت البترولية وتوفير الرعاية الصحية المهنية والعامة بها عن طريق جهود مشرفي الأمن الصناعي وأطباء السلامة المهنية وإجراء الكشف الطبي الابتدائي والدوري والتفتيش عن أماكن العمل وقياس نسب الغازات والابخرة والأتربة بها حتى يمكن الاحتفاظ بها في الحدود الآمنة الى جانب العناية بالسجلات الطبية والتقارير والاحصائيات للأمراض العادية والأمراض المهنية حتى يسهل متابعة الأحوال الصحية للعمال ومواجهة اي مخاطر مهنية.

الفصل الخامس

التحكم والسيطرة على الملوثات البترولية



الفصل الخامس

التحكم والسيطرة على الملوثات البترولية

أولاً... الإجراءات الوقائية لمنع التلوث البترولي.

ثانياً... السيطرة على التلوث البترولي.

ثالثاً... السيطرة على ملوثات الهواء البترولية.

رابعاً... السيطرة على ملوثات الماء البترولية.

خامساً... السيطرة على ملوثات التربة البترولية.

مقدمة

سوف يظل البترول والغاز المصدر الأساسي للطاقة على مدار العقود القادمة. ولقد لعب قطاع البترول والغاز، ولا يزال يلعب، دوراً كبيراً في التنمية الاجتماعية والاقتصادي في المنطقة العربية. عام 2005، أسهم هذا القطاع بحوالي 39% من إجمالي الناتج المحلي في المنطقة، وحوالي 73% من إجمالي الصادرات العربية. كما تعتمد الاقتصادات العربية أيضاً اعتماداً كبيراً على البترول والغاز لتلبية الطلب المحلي بها على الطاقة. يسهم البترول بحوالي 56% من إجمالي الطلب، وتمثل حصة الغاز حوالي 5.41%، في حين لا تمثل الموارد الأخرى مثل: الطاقة المائية، والفحم، والموارد المتجددة سوى 2.0%. تواجه صناعات البترول والغاز مجموعة من التحديات، منها على سبيل الذكر تنوع مصادر الطاقة والتكنولوجيات لتتضمن التزويد بطاقة نظيفة، ومنع التلوث أثناء مراحل الصناعة المختلفة، وتحسين البعد الاجتماعي من خلال تشجيع مفاهيم المسؤولية الاجتماعية للشركات. يوجد عدد من القضايا البيئية ذات الأولوية لصناعة البترول والغاز والتي تحتل صدارة الأولويات في المنطقة العربية أيضاً. فعلى المستوى الإقليمي، تتضمن هذه القضايا إدارة المياه العادمة، وإدارة نوعية الهواء، وإدارة النفايات الخطرة، ومنع الانسكابات البترولية والاستجابة لها. وعلى المستوى العالمي تتضمن هذه القضايا التنوع الإحيائي وتغير المناخ. وللتعامل مع هذه القضايا ذات الأولوية، تم خلال العقود القليلة الماضية سن قوانين بيئية يسرت إنشاء مؤسسات تتولى مسؤولية تنسيق الإدارة البيئية، والإشراف عليها، ورصدها. بالإضافة إلى ذلك، هناك عدد من المنظمات البيئية الإقليمية ودون الإقليمية العاملة في المنطقة العربية، وهي إما جزء من منظومة الأمم المتحدة أو أنشئت نتيجة الاتفاقيات الإقليمية. وتقوم كلا من المؤسسات الوطنية والإقليمية بتنفيذ مجموعة من الممارسات وأدوات الإدارة البيئية للتصدي للمشاكل البيئية التي تواجهها المنطقة. وتتضمن هذه المواد. نظام الإدارة البيئية، وتقييم الأثر البيئي، وتقييم المخاطر البيئية وإدارتها، ومنع التلوث والإنتاج الأنظف، والتخطيط للاستجابة في حالات الطوارئ.

مسارات التحكم في التلوث البترولي

يتم التحكم في التلوث البترولي من خلال مسارين اثنين هاميين هما:
الأول: التحكم قبل حدوث التلوث (منع التلوث) وهو ما يعرف بالإجراءات الوقائية لمنع حدوث التلوث.

الثاني: السيطرة على التلوث الحادث من خلال أنواع معينة من أنظمة المكافحة والتي تعتمد على طبيعة ودرجة التلوث البترولي الحادث.

أولاً... الإجراءات الوقائية لمنع التلوث البترولي

هي إجراءات وقائية تتخذ لإيقاف انبعاث أية من العوامل الملوثة التي يمكن أن تسبب تلوث البيئة من أي مصدر يتعلق بصناعة البترول باعث لهذه العوامل. هناك العديد من الإجراءات الوقائية لمنع التلوث البترولي للمياه وهذه الإجراءات تهدف إلى الحد من مستويات انبعاث العامل الملوث وتخفيضه إلى أدنى حد ممكن بحيث لا يتجاوز المحددات البيئية المعتمدة ومن أهم الإجراءات التي تتخذ لمنع التلوث ما يلي:

أ- سن القوانين والتشريعات البيئية

إن سن القوانين اللازمة لحماية البيئة من الاعتداءات التي يمكن أن تقع على أي عنصر من عناصرها من أنجح الوسائل الممكنة للحد من التلوث الذي يمكن أن يصيب البيئة، والقوانين الأكثر فعالية هي تلك التي تقي من التلوث وتحول دون وقوعه، فموضوع العقوبات الرادعة على مخالفات البيئة وذلك ليس بقصد معاقبة المعتدين قدر ما هو بهدف منع الآخرين من الاعتداء على البيئة خشية العقاب. وتحدد القوانين الصارمة كميات الانبعاثات الغازية والسائلة والمخلفات الصلبة المسموح بطرحها إلى البيئة من قبل أية جهة يصدر منها أحد العوامل الملوثة.

ب- وضع ملوثي البيئة

إن خوف الإنسان من العقاب كثيراً ما يدفعه إلى تقويم سلوكه، لذلك ينبغي تنمية قدرات المؤسسات المسؤولة عن الكشف عن المخالفات البيئية وعدم التراخي في توقيع العقوبات البيئية على المخالفين لقوانين البيئة. فمثلاً توقيع العقوبات الرادعة على الجهات التي تصرف مياه توازن السفن الملوثة للبحار في البيئة المالية للدولة يحد من التلوث المائي بالبترول، وأيضاً توقيع المخالفات والعقوبات البيئية لأية منشأة بترولية تقوم

بصرف مياهها الصناعية الملوثة بدون معالجة من شأنه أن يقلل من التلوث البترولي.

ج - زيادة الوعي والثقافة البيئية

تهدف الثقافة البيئية إلى تطوير الوعي البيئي وخلق المعرفة البيئية الأساسية بغية بلورة سلوك بيئي إيجابي ودائم، والذي هو بمثابة الشرط الأساسي كي يستطيع كل شخص أن يؤدي دوره بشكل فعال في حماية البيئة وبالتالي المساهمة في الحفاظ على الصحة العامة. وهنا تكمن أهمية الثقافة البيئية والسعي الدؤوب لتطويرها، بغية نشرها وإنصاجها لتتحول بذلك إلى مجال خاص مهم وقائم بذاته قادر على أن يأخذ دوره في المناهج التدريسية في كافة المراحل المدرسية والجامعية بهدف تنشئة أجيال بعقول جديدة تعي مفهوم الثقافة البيئية وتعمل على تطبيقها.

الثقافة البيئية تتحقق في كل مراحل وتجهيزات جوهر العملية الثقافية وفي مجال متابعة التعلم الحر وأيضاً في كافة المنظمات والجمعيات التي تسعى لحماية البيئة والطبيعة. ذلك من خلال عمليات تعلم وتعليم منهجية ومنظمة ومبرمجة زمنياً وذلك بهدف بناء جيل ذا كفاءة عالية واستعداد للتعامل بخبرة وبكامل المسؤولية مع قضايا البيئة. من خلال هذه التحديدات تكتسب الثقافة البيئية مفهوماً مختلفاً يميزها عن الشكل الإخباري لاهتمام بقضايا البيئة والذي يضع بالاعتبار الأول الطريقة العفوية المشروطة بحالة ما.

وتعتبر التوعية البيئية أداة هامة نظراً لحساسية الرأي العام للقضايا والمشكلات البيئية.

ولزيادة الوعي البيئي لدى المواطنين فيما يخص بالحد من التلوث البترولي يجب الاهتمام بالجوانب التالية:

- التشجيع على تقليل استهلاك الوقود البترولي للأفراد من خلال الإقلال من استخدام السيارات الخاصة (السيارات الشخصية) إلا للاغراض الضرورية الملحة.
- تشجيع استخدام وسائل النقل العامة قدر الامكان.
- تشجيع استخدام المواطنين لوسائل النقل الغير ملوثة للبيئة مثل الدرجات الهوائية، وتقليل استخدام الدرجات النارية لضررها

الشديد على البيئة.

- اختيار أنواع من الوقود خالية هي ومخلفاتها من المواد الملوثة مثل تحاشي استخدام الجازولين المحسن برابع ايثيلات الرصاص
- ضبط آلات الاحتراق الخاصة بالسيارات الشخصية وتركيب أجهزة حفز الاحتراق الكامل للوقود
- إجراء الصيانة الدورية للسيارات للحد من انبعاث الملوثات منها والتي تنتج من الاحتراق الغير كامل للوقود فيها.
- العمل على تقليل الاستهلاك المنزلي للطاقة بإطفاء وسائل الاثارة والتبريد الكهربائية عند عدم الحاجة اليها
- التحول إلى مصادر جديدة للطاقة قليلة التلوث ومراقبة السيارات ووسائل النقل العامة وإيقاف أية وسيلة مواصلات تنبعث منها نسبة غازات عالية.
- الاهتمام بزراعة الأشجار والحدائق المنزلية وزيادة المسطحات والأحزمة الخضراء حول المدن والمناطق الصناعية

ثانياً: السيطرة على التلوث البترولي

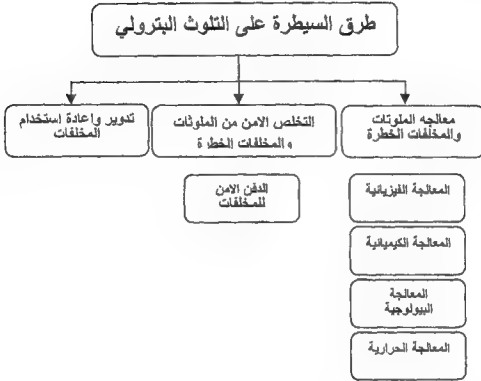
تهدف عمليات السيطرة على التلوث البترولي إلى الحد من الآثار السلبية للعوامل الملوثة التي يمكن أن تصيب البيئة، ويتم ذلك عن طريق تغيير طبيعة هذه الملوثات بتحويلها إلى مواد غير ملوثة أو بتحويلها إلى مواد يسهل تحليلها داخل المنظومة البيئية بدون أي ضرر أو عن طريق إزالة تأثيراتها. وهذا كله من أجل حماية البيئة والصحة العامة من خطر تلك العوامل الملوثة. وتنقسم طرق السيطرة على التلوث البترولي إلى الأقسام التالية:

1- معالجة الملوثات والمخلفات الخطرة عن طريق:

- أ- المعالجة الفيزيائية للعوامل الملوثة.
- ب- المعالجة الكيميائية للعوامل الملوثة.
- ت- المعالجة البيولوجية للعوامل الملوثة.
- ث- المعالجة الحرارية للعوامل الملوثة.

2- التخلص الآمن من الملوثات والمخلفات الخطرة

3- تدوير وإعادة استخدام المخلفات



1- معالجة الملوثات والمخلفات الخطرة

تتم معالجة العوامل الملوثة الناتجة عن صناعة البترول عن طريق طرق معالجة تعتمد على طبيعة الملوث ومكوناته وتركيزاته وكميته وعلى درجة الإزالة المطلوبة والاعتبارات الاقتصادية لطريقة المعالجة. وتنقسم طرق المعالجة عموماً إلى أربعة طرق رئيسية هي الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية والحرارية وسوف نستعرض هذه الطرق خلال السطور القادمة.

أ - المعالجة الفيزيائية للعوامل الملوثة

وهي العمليات التي تعتمد على القوى الطبيعية والفيزيائية، ويتم فيها نقل المكون أو الملوث الخطر من وسط إلى وسط آخر دون إحداث تغيير في خواصه الأساسية. وتعتبر طرق المعالجة الفيزيائية من أبسط الطرق

وأرخصها وأقلها كلفة وتعقيدًا. وتتضمن طريقة المعالجة الفيزيائية فصل الطور الصلب عن السائل وفصل السوائل غير المختلطة، وكذلك فصل الأطوار غير المائية مثل الزيت عن الطور المائي. ويتم ذلك بواسطة عدة طرق فيزيائية مثل التصفية، الترسيب، الترقيد، الترشيح، الامتصاص، التبخير، والتقطير. وتعتمد الطريقة المختارة على نوعية وخواص المواد الصلبة العالقة. ومن أمثلة الطرق الفيزيائية التي تستخدم لمعالجة التلوث البترولي ما يلي:

■ فصل البقع الزيتية بالجاذبية الأرضية باستخدام فاصل الزيت بالجاذبية API.

■ فصل الزيوت من المياه الصناعية بالتعويم الهوائي باستخدام وحدة التعويم الهوائي DAF.

وبعد فصل المكون الملوث بالطريقة الفيزيائية المختارة يتم التخلص منه بالدفن الصحي الآمن، أو بالحرق، أو يجري عليه معالجات أخرى أو يعاد استخدامه مرة أخرى. والطرق الفيزيائية ليست كافية غالبًا لإزالة كافة الملوثات البترولية إذا غالبًا ما يتبعها وحدات كيميائية أو بيولوجية.

المعالجة الكيميائية للعوامل الملوثة

وهي العمليات التي تعتمد على حدوث تفاعل كيميائي من أجل التخلص من الملوثات أو تحويلها إلى مواد يسهل فصلها. وتعتبر المعالجة الكيميائية من أكثر الطرق استخدامًا لمعالجة الملوثات البترولية وخاصة السائلة منها. وهناك العديد من الطرق المتبعة في المعالجة الكيميائية مثل:

1- **التعادل الكيميائي:** ويتم فيه ضبط قيمة الأس الهيدروجيني للمخلفات وذلك لمعادلة المخلفات الحامضية والقلوية لتقليل آثارها الضارة التي تتمثل غالبًا في التآكل الكيميائي. ويجري التعادل الكيميائي غالبًا بإضافة مادة كيميائية لتغيير الأس الهيدروجيني إلى مستوى نقطة التعادل التي تتراوح بين 6.5-7.5.

2- **الترسيب الكيميائي:** ويتم في هذه الطريقة إضافة مواد كيميائية لتحويل الأيونات الذائبة في المخلفات السائلة إلى

أيونات غير ذائبة يسهل ترسيبها. مثل استخدام القلويات لترسيب العناصر الثقيلة في مياه الصرف الصناعي.

3- **الاكسدة والاختزال:** ويتم في هذه الطرق أكسدة أو اختزال الملوثات لتحويلها الى مواد غير ضارة بيئيا أو صحيا أو أقل سمية.

ج- المعالجة البيولوجية للعوامل الملوثة

وتعتمد المعالجة البيولوجية على النشاط البيولوجي للكائنات الحية الدقيقة (البكتريا-الفطريات-الخمائر) في التخلص من الملوثات وإزالتها من المياه والتربة الملوثة بالمواد البترولية وتحويلها الى مواد غير ضارة بالبيئة، كما في حالة إزالة البقع البترولية من المياه الملوثة بها ومعالجة مياه الصرف الصناعية والتربة الملوثة. وتستخدم هذه الطرق أساسا من أجل التخلص من المواد العضوية (الرغوية أو الذائبة) القابلة للتحلل بيولوجيا. وتتم هذه العملية من خلال تحويل هذه المواد إلى غازات تتسرب إلى الهواء الخارجي أو إلى نسيج الخلايا البيولوجية (الحماة) التي يمكن التخلص منها عن طريق الترسيب.

والمعالجة البيولوجية للماء الملوث يمكن أن تكون معالجة هوائية أو معالجة لاهوائية، وكل نوع له سلالاته الخاصة من الكائنات الحية الدقيقة والنواتج النهائية لكل منهما ذات مواصفات تختلف عن النوع الآخر بالرغم من أن الهدف في كلتا الحالتين هو تحويل المكونات العضوية إلى نواتج نهائية (غازات وماء ومواد صلبة سهلة الفصل). وبالنسبة للمعالجة البيولوجية الهوائية فإنها تتطلب تأمين كمية كافية من الأكسجين عبر استخدام الهوائيات السطحية أو النافثات الهوائية من أجل استخدامها بواسطة الكائنات الدقيقة لأكسدة المواد العضوية وتحويلها الى كتلة بيولوجية ومواد بسيطة أخرى. أما بالنسبة للمعالجة اللاهوائية فهي تستخدم غالبا عندما تكون المياه الملوثة محتوية على تراكيز عالية من المواد العضوية وتتضمن تأمين أحواض لاهوائية بحيث تعمل الميكروبات اللاهوائية على تحويل المواد العضوية إلى غاز الميثان والهيدروجين وكبريتيد الهيدروجين والأمونيا وغاز ثاني أكسيد الكربون ونمو الكتلة البيولوجية وتكوين

خلايا جديدة. وتتميز النواتج الغازية للتحلل اللاهوائي بانها ذات روائح كريهة وبعضها قابل للإشتعال لذلك يجب جمعها والتحكم بها تحت قواعد عالية للأمان والسلامة.

د- المعالجة الحرارية للعوامل الملوثة

تستخدم الحرارة في تفاعلات كيميائية للتخلص من الملوثات عن طريق تغييرها، فتستخدم الحرارة العالية في أكسدة المواد العضوية لتحويلها إلى ثاني أكسيد الكربون والماء. وتعد المعالجة الحرارية من الطرق الجيدة للتخلص من المخلفات العضوية الخطرة لأنها تدمر المكون العضوي بدرجة كبيرة وينتج عنها كمية صغيرة من الانبعاثات الضارة التي يمكن السيطرة عليها.

2- التخلص الآمن من الملوثات والمخلفات الخطرة

من طرق التخلص الآمن من المخلفات الصناعية الخطرة هي طريقة الدفن الآمن وذلك من خلال دفنها في الأرض بطرق علمية صحيحة في مدافن مصممة هندسيا بطريقة علمية صحيحة بدون أن تعرض البيئة لأية مخاطر ويراعى الآتي في عملية الدفن:

- ✦ اختيار المكان الملائم.
- ✦ اختيار طريقة النقل الصحيحة.
- ✦ دراسة الموقع والتربة من ناحية الهندسة البيئية.
- ✦ دراسة الخصائص الهيدرولوجية للموقع.
- ✦ إعداد الموقع لعملية الدفن.

وتتم عملية الدفن بحفر الأرض إلى أعماق متفق عليها ثم تعزل الحفر عن المياه الجوفية بطبقة عازلة من الأسمنت أو معادن الطين أو بنوع خاص من البلاستيك لحماية المياه الجوفية من التلوث، ثم تدفن المواد الصلبة بواسطة هرسات بعد دمكها لمرات عديدة. ويراعى أيضاً في موقع الدفن أن يكون بعيداً عن التجمعات السكنية الحالية والمستقبلية وأن يكون معزولاً عن مصادر المياه السطحية والجوفية.

3- تدوير وإعادة استخدام المخلفات

وهي عملية إعادة استخدام بعض المواد التي جرى استخدامها في العمليات الصناعية التي تجري أثناء العمليات الإنتاجية مثل العوامل المساعدة، المذيبات مواد الترشيح وغيرها من المواد الكيميائية. وتتبع هذه الطرق في حالات صعوبة التخلص من المكون الملوث الخطر لتسببه بأثار بيئية وصحية خطيرة. وكتوفير التكاليف الناتجة عن استخدام خامات جديدة. فعملية تدوير وإعادة استخدام المخلفات لها العديد من الفوائد الاقتصادية والبيئية منها:

- ❖ المحافظة على موارد المواد والطاقة.
- ❖ تقليل الاستهلاك من خلال إطالة عمر المنتج.
- ❖ تقليل الاستهلاك من خلال إعادة التصنيع.
- ❖ تقليل الاستهلاك من خلال الرفع من كفاءة العمليات الإنتاجية.
- ❖ توفير الطاقة من خلال التقليل من العمليات الإنتاجية.
- ❖ حماية الأراضي المستخدمة كمكبات لرمي القمامة من خلال التقليل من المخلفات.
- ❖ حماية البيئة من المواد الضارة والسامة الناتجة عن الصناعات الاستخراجية والتحويلية.

ويلاحظ أن عملية إعادة تدوير واستخدام المخلفات الناتجة عن صناعة البترول تطبق فقط مع عدد محدود من المواد الصناعية وذلك نظراً للاعتبارات الفنية والاقتصادية.

ثالثاً... السيطرة على ملوثات الهواء البترولية

ترتكز طرق السيطرة على الملوثات الهوائية البترولية على عمليتين هامتين هما:

- إيقاف انبعاث الملوثات السامة عن طريق معالجة مصادرها.
 - إزالة آثار الملوثات السامة من الهواء عن طريق تطهير الهواء
- وعموماً يمكن تحقيق ذلك من خلال الإجراءات التالية:
- تقليل انبعاث الملوثات إلى الهواء.
 - إزالة الغازات الملوثة.

1. تقليل انبعاث الملوثات إلى الهواء

يمكن تقليل انبعاث الملوثات إلى الهواء من خلال التحكم في مصادر إطلاق هذه الملوثات، ففي المنشآت البترولية فإن التحكم في العمليات التصنيعية والإنتاجية للمواد البترولية من شأنه أن يقلل من انبعاث الملوثات من هذه المنشآت وينتأى ذلك من خلال:

- ♣ تغيير نوعية المواد الأولية (الخامات) المستخدمة في الإنتاج.
- ♣ إدخال عمليات تصنيعية لإزالة المواد المسببة للتلوث.
- ♣ تغيير الطريقة الصناعية المتبعة واستخدام تقنيات حديثة.
- ♣ تخطيط عمليات الإنتاج والتشغيل وتعاقبها.
- ♣ إعادة التصميم بما يضمن استخدام وتدوير المواد الملوثة.
- ♣ التصميم الأمثل للمداخل ووحدات المعالجة.

وتعد إجراءات السيطرة على الملوثات الهوائية من أهم الوسائل لتقليل انبعاث الملوثات من المصدر، وتختلف هذه الإجراءات باختلاف نوعية الملوث ويمكن تقسيمها إلى الآتي:

أ- إجراءات الحد من التلوث بغاز أول أكسيد الكربون

إن المصدر الرئيسي لانبعاث غاز أول أكسيد الكربون هو حرق الوقود في آلات الاحتراق الداخلي في وسائل النقل والمركبات مثل وقود الجازولين والديزل. والإجراءات التالية تساعد على تخفيض كميات أول أكسيد الكربون المنبعثة من تلك الآلات:

- تطوير ماكينات الاحتراق الداخلي بما يضمن الاحتراق الكامل للوقود داخلها.
- تركيب أجهزة حفز الاحتراق الكامل للوقود على أجهزة العادم مثل أجهزة التحويل بالعامل الحافز المساعد لأكسدة كامل أول أكسيد الكربون إلى ثاني أكسيد الكربون.
- استعمال بدائل الوقود النظيفة مثل الغاز الطبيعي التي تقل فيها نسب انبعاث غاز أول أكسيد الكربون.
- ولأجل إزالة غاز أول أكسيد الكربون من الغازات الصناعية المنبعثة فيمكن استخدام الأكسدة لتحويل غاز أول أكسيد الكربون المنبعث إلى ثاني أكسيد الكربون وذلك بالطرق الآتية:
- استخدام بخار الماء مع عامل مساعد مثل أكسيد الكروم أو أكسيد

الحديد بدرجة حرارة تتراوح بين 400-480 مئوية



▪ طريقة الأكسدة باستخدام الحرارة والعامل المساعد؛ حيث يسخن الهواء الملوث بأول أكسيد الكربون إلى مفاعل حيث يزود بالأكسجين اللازم لأكسدة أول أكسيد الكربون بشكل تام إلى ثاني أكسيد الكربون في درجة حرارة تتراوح بين 120-500 مئوية في وجود المنجنيز كعامل مساعد حفاز.



ب- إجراءات التحكم في التلوث بأكاسيد الكبريت

هناك طرق عديدة للسيطرة على أكاسيد الكبريت التي تنبعث من الهواء منها على سبيل المثال:

- 1- استخدام وقود قليل المحتوي من الكبريت.
- 2- إحلال مصادر الوقود الحالية بمصادر أخرى للطاقة النظيفة.
- 3- التخلص من الكبريت من الوقود قبل الحرق عن طريق إزالة الكبريت من المنتجات البترولية.
- 4- التخلص من أكاسيد الكبريت من الغازات المنطلقة.
- 5- تقليل انبعاث الغازات الكبريتية عن طريق تقليل استهلاك الوقود وترشيد استهلاك الطاقة.
- 6- استخدام المداخن العالية لتشتيت الملوثات والغازات الكبريتية.

التخلص من ثاني أكسيد الكبريت

يتم التخلص من ثاني أكسيد الكبريت الملوث للهواء والناتج من حرق الوقود، بعدة طرق، أهمها:

▪ الحقن بالحجر الجيري: يسخن الهواء الملوث بثاني أكسيد الكبريت إلى فرن يتم فيه تحويل الحجر الجيري إلى جير حي ويتفاعل الجير الحي مع ثاني أكسيد الكبريت مكونا كبريتات وكبريتيت الكالسيوم ثم يوجه الهواء إلى أبراج غسيل للتخلص من الدقائق العالقة.



- الغسيل بالماء: يوجه الهواء المحمل بالدقائق وغيرها إلى برج غسيل حيث يتم غسله بالماء وتخليصه من هذه الملوثات ليصبح هواء نظيفاً يطلق من المدخنة.
- طريقة الامصاص: وفي هذه الطريقة توجه الغازات الملوثة إلى أبراج امتصاص تكون أسطحها الخارجية مغطاة بطبقة من الكربون النشط حيث يتم امتصاص الغاز الكبريتي ثم يتساقط رذاذ مائي يحول الغاز إلى حمض ضعيف (H_2SO_3).
- طريقة الأكسدة: وفي هذه الطريقة يوجه الهواء الملوث بغاز (SO_2) إلى مفاعلات بها عوامل حفازة تعمل على تحويل (SO_2) إلى غاز (SO_3) ثم يوجه هذا الغاز الناتج إلى أبراج امتصاص ثم يتساقط يحول (SO_3) إلى (H_2SO_4) الذي يمكن استخدامه أو بيعه.

1- إجراءات التحكم في التلوث بكبريتيد الهيدروجين

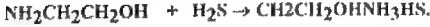
الغازات والمقطرات الخفيفة "الغازات البترولية والمسالمة والبنزين والكبروسين" غالباً ما تحتوي على كبريتيد الهيدروجين، وهو موجود أساساً في الخام أو تكون من تحلل المركبات الكبريتية خلال العمليات المختلفة. وهو غير مرغوب فيه بسبب رائحته الكريهة وتسببه في تلوث الهواء ، وكذلك تحوله بسهولة إلى كبريت؛ مما يسبب تآكل في الآلات والمعدات. وهناك طريقتين لإزالة كبريتيد الهيدروجين حسب نسبته أو تركيزه ويتحول كبريتيد الهيدروجين إلى مركب كبريتي آخر يسهل استعادة الكبريت منه لتصنيعه فيما بعد في بعض الصناعات كصناعة الأسمدة الكبريتية مثلاً.

أ- إذا كانت نسبة كبريتيد الهيدروجين ضئيلة يستخدم محلول الصودا الكاوية (هيدروكسيد الصوديوم) لتحويله إلى كبريتيد صوديوم وماء كما تبين المعادلة الآتية:



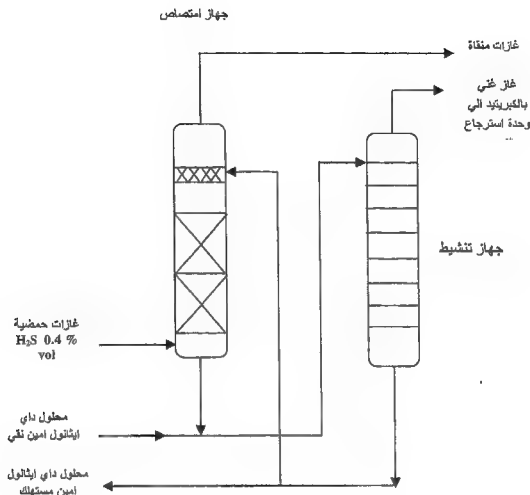
ب- أما إذا كانت النسبة عالية فيستخدم سائل مناسب لامتصاص غاز كبريتيد الهيدروجين مثل استخدام أحد الامينات العضوية كأحادي

الايثانول امين أو ثنائي الايثانول امين.



مراحل المعالجة والغسيل ثنائي الايثانول امين للتخلص من كبريتيد الهيدروجين واستعادة الكبريت

- تفصل عادة غازات الميثان والايثان قبل استرجاع الكبريت من كبريتيد الهيدروجين. وتجري هذه العملية بإذابة كبريتيد الهيدروجين في مذيب والمذيب هنا هو ثنائي الايثانول امين DEA وقد يستخدم مواد لامتزاز مثل الكربون المنشط والحديد الاسفنجي وأكاسيد الزنك.
 - يضخ ثنائي الايثانول أمين إلى برج الامتصاص حيث يتقابل مع الغازات ويذوب كبريتيد الهيدروجين في محلول الامين ويكون مركب معقد (متراكب) غني بالأمين كالمركب $(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH})_2\text{NH}_2\text{HS}$. تجري إزالة لغازات الوقود من البرج ويتم تدويرها كوقود للافران والغلايات.
 - يسخن المحلول الغني بالكبريتيد بواسطة النزع باستخدام البخار في فاصل البخار stripper ومحلول الامين المتبقي يتم تدويره مرة أخرى في برج الامتصاص وإعادة استخدامه.
- وبين الشكل التالي مسار العمليات في نظام المعالجة بثنائي الايثانول امين.



شكل 5-1 مخطط لمسار الطريقة الشائعة لمعالجة الغازات
الحمضية وإزالة الكبريت منها باستخدام محلول داي ايثانول

إزالة مركبات المركبتان

المركبتانات الموجودة في المنتجات البترولية غير مرغوب فيها نظراً لرائحتها الكريهة، فتعالج هذه المنتجات للتخلص منها أو تحويلها إلى مركبات أقل ضرراً أو تكون أكثر قبولاً.

والمركبتانات الموجودة في المنتجات التي تغطي حتى أقل من 100 مئوية يمكن التخلص منها بالمعالجة بواسطة محلول الصودا الكاوية التي تكون مركبات مذابة في الصودا الكاوية.



أما المركبات الثقيلة الموجودة في المقطرات العالية التي تغلي أعلى من 100 مئوية فهي لا تذوب في الصودا الكاوية ويتم عملية تحلية لها حيث تحول فيها المركبات الضارة إلى ثنائي الكبريتيد الأقل ضرراً أو المقبولة والمسموح بوجودها في المنتجات . فبالرغم من أن الكبريت لم تتم إزالته إلا أن المنتج خضع لعملية تحلية بتحويل المركبتان إلى ثنائي الكبريتيد. وذلك باستخدام محلول الصودا الكاوية مع أكسيد الرصاص وبإضافة كمية محسوبة بعناية من الكبريت.



3- إجراءات التحكم في التلوث بأكاسيد النتروجين

تنتج أكاسيد النتروجين من كافة عمليات حرق الوقود حتى وأن كان لا يحتوي على النتروجين وتتخلص عمليات وإجراءات التحكم في أكاسيد النتروجين في الآتي:

- تقليل انبعاث الغازات النتروجينية عن طريق تقليل استهلاك الوقود وترشيد استهلاك الطاقة.
- تحسين كفاءة المبادلات الحرارية.
- استعادة أكبر كمية من الطاقة الحرارية الخارجة مع المواد من الأفران.
- تحسين كفاءة الوحدات التشغيلية لضمان تشغيل مشاعل ذات حرارة منخفضة لخفض درجة حرارة الاحتراق.

ويمكن التخلص من أكاسيد النتروجين عن طريق:

- **الاختزال باستخدام الغاز الطبيعي:** يضخ الهواء الملوث بأكاسيد النتروجين مع الغاز الطبيعي الي جهاز تفاعل يحوي عامل حفاز مثل البلاتين . يشعل الخليط ويقوم الغاز الطبيعي باختزال أكاسيد النتروجين وتحويلها إلى نيتروجين وبخار ماء. وهذه النواتج يمكن إطلاقها في الهواء الجوي بلا خوف من حدوث أضرار.

▪ استخدام هيدروكسيد الماغنسيوم في أبراج الغسيل:

يُضخ الهواء الملوّث بأكاسيد النيتروجين والكبريت إلى برج غسيل حيث يدخل من أعلى البرج محلول لهيدروكسيد الماغنسيوم ويخرج الهواء النظيف من أعلى البرج. ويسحب المحلول إلى جهاز ترسيب حيث يرسب كبريتات الماغنسيوم ويحول إلى حمض كبريتيك أما نيتريت الماغنسيوم الذي تكون من تفاعل أكاسيد النيتروجين مع هيدروكسيد الماغنسيوم فيمكن تحويله إلى حمض النيتريك الذي يعادل بواسطة الأمونيا لإنتاج نترات الأمونيوم التي يمكن بيعها كمكون من مكونات السماد النتروجيني.



وتعتبر أكاسيد النيتروجين من أصعب الملوثات من زاوية التحكم فيها، ولكن عموماً يمكن تطبيق الإمصاض الجاف للتحكم في أكاسيد النيتروجين من خلال مرشحات ذات كربون منشط أو نظم حقن الأمونيا.

3- إجراءات التحكم في التلوث بالغبار والجسيمات الدقيقة

إن المصادر الرئيسية لانبعاث الغبار والجسيمات الدقيقة هو الأفران والغلايات البخارية، ووحدات التكسير بالعامل الحفاز وإزالة الغبار والجسيمات الدقيقة تستخدم عدة طرق تعتمد على:

- الحالة التي عليها الملوث (صلب - سائل - غاز).
- معدل السريان.
- تركيز الجسيمات.
- توزيع الملوثات وحجم الجسيمات.
- الخواص الطبيعية والكيميائية للجسيمات أو الدقائق

ولكي نأخذ عينة بهدف قياس كمية الدقائق لابد من استخدام مرشح (مصفاة) لاصطياد الجسيمات العالقة في الهواء ويصمم المرشح لمواجهة مختلف الاجواء وعلينا أن نسجل سرعة تدفق الهواء الحامل لهذه الجسيمات.

إلا أن الجسيمات تترسب وهنا يؤخذ بالاعتبار ضغط الهواء ودرجة حرارته ومعدل سرياته وكذلك حجم وكثافة الدقائق ويمكن استخدام الأجهزة التالية للتحكم بالدقائق العالقة في الهواء الملوث.

ويمكن استخدام الأجهزة التالية للتحكم بالدقائق العالقة في الهواء الملوث.

▪ مرشحات الهواء : Air Filters

وهي أجهزة إزالة التركيزات القليلة من الأتربة العالقة بالهواء الملوث أو الهواء الذي يتحرك داخل مبني. وينبغي أن تكون سرعة الهواء الملوث منخفضة عبر المرشح حتي يتسني ترسيب معظم الجسيمات العالقة. وتعد فلاتر الأكياس المصنوعة من القماش هي الأكثر استعمالا للتحكم في الجسيمات الصلبة. وتكون كفاءة الجمع في هذه الفلاتر حوالي 99 %.

▪ السيكلون : Cyclone

جهاز يستخدم صناعياً لإزالة الجسيمات العالقة بالهواء أو الغازات ويقوم بتنظيف الهواء من الجسيمات الصلبة ويعتمد تشغيله على قوي الطرد المركزية. وهو يستخدم لإزالة أنواع الدقائق كافة الصغيرة للغاية والمتوسطة والكبيرة. ويتكون السيكلون من وعاء مخروطي يضخ فيه الهواء الملوث من أعلى، حيث ترسب الدقائق وتستقر في القاع ويعود الهواء للخروج من فتحة أخرى في أعلى الجهاز.

▪ المرسب الديناميكي : Dynamic Precipitator

يضخ الهواء الملوث إلى المرسب الديناميكي الذي يحركه بحركة دورانية بواسطة قلاب على هيئة ريش. وتسبب هذه القوة سحب الهواء المحمل بالدقائق بسرعة كبيرة، ودورانه بزواية 90° [AGC1]؛ مما يجعل المواد العالقة تترسب.

▪ مجتمعات العوالمق المبلة: Wet Collectors

يضخ الهواء الملوث من أسفل برج ويدخل الماء من فتحات ضيقة على شكل رذاذ من أعلى، ويقوم رذاذ الماء بتصيد الدقائق العالقة في الهواء الملوث بحيث تزال تدريجياً.

▪ المرسب الألكترولستاتيكى: Electrostatic Precipitator

يضخ الهواء الملوث الى جهاز مشحون بقوة كهربائية كبيرة جدا وتعمل على شحن الدقائق، فيقوم قطب باجذاب الدقائق المشحونة اليه، فيتخلص منها الهواء.

▪ استخدام المحاليل المساعدة في ترسيب المواد العالقة (طريقة الترسيب الرطبة)

▪ الأكسدة الحاروية للمخلفات الغازية (ترميد حراري):

وهي من الطرق الشائعة للتحكم في انبعاث المركبات العضوية المتطايرة من مصادر صناعية. تتراوح درجة الحرارة العادية لحرق المركبات العضوية المتطايرة بين 1000 إلى 1500 فهرنهايت 5380 إلى 815 درجة مئوية، ويمكن أيضاً حرق أول أكسيد الكربون وتحويله إلى ثاني أكسيد الكربون.

4-أجراءات التحكم في التلوث بالهيدروكربونات

كما ذكرنا فإن مصادر التلوث الرئيسية بالهيدروكربونات داخل المنشآت البترولية هي التبخر من الخزانات والصهاريج البترولية، والانبعاثات الهاربة من الصمامات، وعمليات تحميل شاحنات البترول بالمواد البترولية، عملية ملئ خزانات السيارات والمركبات بالوقود وغيرها من العمليات المرتبطة بنقل البترول وتخزينه.

ويمكن التحكم في انبعاث الهيدروكربونات إلى الهواء عن طريق:

- التقليل من الأبخرة الهيدروكربونية المتطايرة من الخزانات والصهاريج عن طريق استخدام خزانات ذات صقوف متحركة يسهل التحكم بها.
- تحويل التسربات والانبعاثات الهاربة من المواد الهيدروكربونية الي اماكن تجمع أو حرقها في الشعلات.

- التحكم في درجة حرارة الخزانات والصهاريج بتخفيض درجة حرارة الوقود داخلها باستخدام أجهزة تبريد وتهوية وتبادل حراري ذات كفاءة عالية.
- طلاء خزانات وصهاريج المواد البترولية بطلاء عاكس للحرارة لمنع إرتفاع درجة الحرارة بفعل تأثير أشعة الشمس.
- وضع أجهزة كشف للأبخرة الهيدروكربونية في الأماكن التي يحتمل أن تكون مصادر لانبعاثاتها.

رابعاً... السيطرة على ملوثات الماء البترولية

- يمكن التحكم في التلوث البترولي للماء من خلال الطرق الآتية:
- أ- معالجة الصرف الصناعي الناتج عن الأنشطة الصناعية داخل المنشآت البترولية.
- ب- مكافحة التلوث البترولي للزيت المنسكب.

أ- معالجة الصرف الصناعي الناتج عن الأنشطة الصناعية داخل المنشآت البترولية

تتولد داخل معامل تكرير البترول أربعة أنواع رئيسية من مياه الصرف الملوثة هي:

- مياه العمليات الملوثة (وحدة إزالة الأملاح، أبراج النزع بالبخار.....)
- مياه تبريد المنتجات.
- مياه تبريد المكينات.
- مياه غسيل الأرضيات.

وغالباً ما تحتوي المنشآت البترولية على مسارين للماء الذي يتم صرفه المسار الأول هي مخلفات مياه صرف قليلة التلوث أو نظيفة نسبياً مثل مياه التبريد للمنتجات، والمسار الثاني هو مياه الصرف الزيتية وهي المياه الملوثة الناتجة عن العمليات التصنيعية.

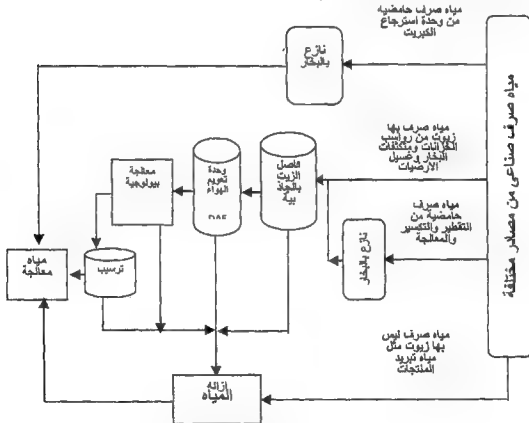
ولكون مياه تبريد المنتجات نظيفة نسبياً فإنها تستخدم لتخفيف مياه الصرف الصناعية الأشد تلوثاً للوصول إلى مستويات تسمح بالصرف الآمن إلى البيئة طبقاً للمعايير والقوانين البيئية المحددة لهذه المياه.

المصادر الرئيسية لمياه الصرف الملوثة

تتعدد المصادر التي تنتج مياه صرف صناعي ملوثة داخل المنشآت البترولية إلا أنها لا تخرج عن المصادر الآتية:

- المياه الملوثة المتولدة عن تبريد الماكينات، فهذه المياه ربما تحتوي على بعض الزيوت المتسربة من هذه العملية.
- مياه ملوثة من صرف الخزانات والصهاريج.
- مياه غسيل الأرضيات خاصة الارضيات التي تحتوي على بقع زيتية تسربت إليها من المعدات أو الاسكافيات على الأرض.
- المياه الناتجة عن وحدة إزالة الاملاح.
- مياه توفير الغلايات ومياه الغسيل العكسي للميسرات.
- المياه الحامضية الملوثة المتولدة من وحدات التقطير ومن وحدات إزالة المعالجة بالهيدروجين.

المياه الملوثة بالزيت تضخ إلى فاصل الزيت بالجاذبية API للمياه الزيتية وتمرر مياه تبريد لمنتجات مباشرة وتخلط مع المياه الزيتية بعد معالجتها في الفاصل الجاذبية وذلك قبل الصرف النهائي.



شكل 2-5 مخطط لانواع مختلفة من المياه الملوثة وطرق معالجتها

أهمية معالجة مياه الصرف الصناعية لمصافي البترول وطرق تنقيتها:

تحتوي المياه المنصرفة خلال شبكة المجاري (شبكة الصرف) داخل المنشآت البترولية ومصائد البترول إلى منابع المياه الطبيعية على كمية كبيرة من المنتجات البترولية، والأملاح، ومواد التفاعل المنصرفة، وكبريتيد الهيدروجين، وأنواع مختلفة من البكتريا والشوائب الأخرى. ويؤدي صرف المياه الصناعية بدون معالجة إلى تلوث منابع المياه تلوثاً شديداً، وإلى تقليل نسبة الأكسجين الذائب في الماء بدرجة كبيرة، مما يؤدي إلى هلاك الأسماك والكائنات المائية، وسوء الظروف الصحية لسكان المناطق السكنية المجاورة للشاطئ. وقد تتلوث منابع المياه بمياه الصرف المتخلفة عن عمليات الإنتاج بالدرجة التي لا تصبح فيها هذه المنابع نافعة لأغراض الغسيل والشرب فحسب، بل لأغراض الإنتاج كذلك. وتفقد علاوة على ذلك مع مياه الصرف الصناعية قيم مادية هي البترول والمنتجات البترولية، ومواد التفاعل والمواد الأخرى. ولذلك فإن مكافحة فقد المنتجات البترولية مع مياه الصرف الصناعية لمصانع معالجة البترول، تعدّ أمراً ذا أهمية اجتماعية وسياسية.

جدول 5-1

المؤشرات القياسية المحددة لخصائص مياه الصرف الصناعي لوحدات تكرير البترول.

المؤشر
الأكسجين الحيوى الممتص (BOD ₅)
الأكسجين الكيميائي المستهلك (COD)
الكربون الكلى العضوى (TOC)
الزيوت والشحوم Oils and Grease
الأس الهيدروجينى (pH)
المواد الصلبة العالقة TSS
المواد الصلبة الذائبة TDS
المواد الصلبة العالقة المتطايرة VSS
الكروم Cr

Cu	النحاس
Fe	الحديد
Zn	الزنك
Pb	الرصاص
CN	السيانيد
Cl ⁻	الكلوريدات
SO ₄ ⁻	الكبريتات
	الأمونيا
NO ₃ ⁻	النترات
P	الفسفور
	المواد السامة
	درجة الحرارة
	العكارة
	اللون
	الروائح
	الفينولات
	المركبات ثنائية والكبريتيد

**وهناك ثلاث طرق شائعة لتنقية مياه الصرف المختلفة من عمليات
الأنتاج هي:**

- الطريقة الميكانيكية.
- الطريقة الفيزيائية.
- الطريقة الكيميائية.
- والطريقة البيولوجية.

وتستخدم هذه الطرق منفردة أو مقترنة ببعضها، وغالبًا لا تخلو وحدات
المعالجة لمياه الصرف الصناعي داخل المنشآت البترولية من وحدات
المعالجة الميكانيكية والفيزيائية وذلك لوجود كميات من الزيوت
والمستحلبات داخل مياه الصرف الصناعي.

1- الطريقة الميكانيكية

وفي الطريقة الميكانيكية، يتم ترويق المنتجات البترولية والشوائب
الميكانيكية والجسيمات الكبيرة التي لا تذوب في الماء والموجودة على
صورة معلق. ويسمح الترويق بترسيب الشوائب الميكانيكية، والجسيمات

العالقة، التي تزيد كثافتها على كثافة الماء "الرمل في مصايد الرمل" مثلاً، وكذلك بفصل المنتجات البترولية الأقل كثافة، التي تطفو على السطح "النقاط الكتلة الأساسية من البترول والمنتجات البترولية في مصايد البترول" مثلاً.

وترشح المياه الصناعية خلال مرشحات الترويق "حلقات راشيخ والخزف والكوك والأنتراسيت وغيرها"، بغرض الاحتجاز الميكانيكي لجسيمات المنتجات البترولية المستحلبة. واستخدام هذه المرشحات محدود؛ حيث إنها لا تهدم المستحلب البترولي، وتسد بالجسيمات المعلقة، وتتطلب ملاحظة مستمرة.

فصل الزيوت

ويعد فصل الزيوت من أهم الطرق الميكانيكية لمعالجة مياه الصرف الصناعي لوحدات التكرير البترولية.

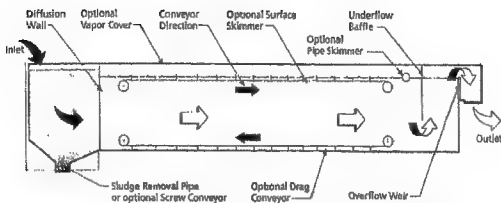
وتتم إزالة الزيوت في أحواض خاصة تتراوح مدة المكث فيها من عشرة إلى عشرين دقيقة، وقد تزود هذه الأحواض بهواء مضغوط؛ مما يساعد على تجميع حبيبات الزيت مع بعضها وطفوها على سطح الحوض.

ويزود مخرج الحوض بحائط لمنع خروج الزيوت الطافية مع بقية المخلفات السائلة، ويتم كشط هذه الزيوت كلما تجمعت ويتم التخلص منها أما بدفنها في خنادق في الأرض أو بحرقها مع المواد التي حجزت من المصافي الميكانيكية.

ويتم في معظم وحدات معالجة مياه الصرف الصناعي فصل المواد الطافية والزيوت والمواد العضوية الحرة (الغير مستحلبة) من المياه الملوثة. وهذه العملية لها أهمية كبيرة في المعالجة الأولية للصرف الصناعي. ولذلك فإن معظم الصناعات البترولية والكيميائية تستخدم أجهزة فصل الزيوت عن المياه بدلاً من أجهزة الترسيب الأولية.

⊠ فاصل الزيوت API Separator

وهو جهاز قامت المؤسسة الأمريكية للبترول (American Petroleum Institute) بتصميمه وهو الأكثر استخداماً في الصناعات البترولية والمنشآت الصناعية الأخرى.



وهناك نموذجان لهذا النوع من أجهزة فصل الزيوت: النوع المستطيل والنوع الدائري ولكننا قلنا نجد النوع الدائري؛ حيث إن النوع المستطيل يتماشى أكثر مع أحجام معظم الوحدات. وكثيراً ما تعمل هذه الأجهزة مع تدفق عال للمياه مما يحتاج إلى وحدات كبيرة الحجم. ولكن العيب الوحيد بها هو أنها تحتاج إلى زمن مكوث (Resident time) طويل لضمان أقصى كفاءة لفصل الزيت.

وفكرة عمل فاصل الزيوت API أن المياه تتحرك ببطء خلال الفاصل وهذا يسمح للزيت الحر أن يطفو على السطح ويكشط، بينما المواد الأثقل تستقر في القاع (حماة) وتجرف. وتقوم وحدة API بتخفيض نسبة الزيوت إلى 100 جزء في المليون.

☒ وحدة فصل الزيوت CPI

هذه الوحدة تعتبر بديلاً لوحدة الـ API وتتكون من مجموعة شرائح أو مجموعات من الألواح موضوعة بميل 60 درجة بحيث تنزلق المواد المحتجزة من أعلى الشرائح لتتجمع في القاع من أهم مميزات هذا الجهاز أنه يمكن أن يستخدم في مكان صغير المساحة ومع أنه قد وجد رواجاً بين صناعات عديدة إلا أنه لا يستخدم بكثرة في عمليات تكرير البترول بسبب عدم قدرته على استيعاب معدلات التدفق العالية. وهو يتميز على وحدات الـ API والمروقات الأولية لأنه أكثر كفاءة في فصل الزيوت والمواد الصلبة نظراً لأنه يمكن توفير مساحة سطحية أكبر.

2- الطريقة الفيزيائية

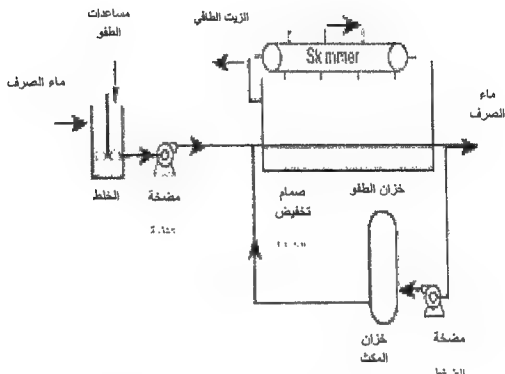
وهي الطريقة التي تشمل العمليات التي تعتمد على القوى الطبيعية والفيزيائية وكانت هذه الطرق هي أول الطرق المستعملة في معالجة مياه الصرف لأن معظمها نشأت عن تأملات الإنسان الأول في الطبيعة. ومن هذه الطرق: التصفية - الخلط - الترسيب - التعويم أو الطفو - الترشيح - حركة الغازات.

وتعتمد طرق المعالجة الفيزيائية على الخواص الطبيعية الموجودة في الطبيعة نفسها بدون تدخل الإنسان، أي القوى المؤثرة هي قوى طبيعية التي لاحظها واكتشفها الإنسان داخل البيئة المحيطة.

وتعد طريقة التعويم إحدى الطرق البسيطة لتنقية مياه الصرف الصناعية من البترولية الزيتية، وفيها تشبع الماء بفقااعات الهواء المشتتة تشتتاً دقيقاً، وتلتصق جسيمات البترول بفقااعات الهواء هذه، وتطفو على سطح الماء مكونة طبقة من الرغاوي. الميزة الأساسية لعملية التعويم عن الترسيب هي أن الجزيئات الصغيرة جداً أو الخفيفة يمكن إزالتها بشكل كامل وفي وقت قصير. وعندما تطفو الجزيئات إلى السطح فإنه يتم إزالتها بواسطة عملية الكشط.

* وحدة التعويم الهوائي والمرشم الرملي كأحد الطرق الفيزيائية

تعالج وحدة التعويم الهوائي DAF المياه الخارجة من فاصل الزيوت API وهذه الوحدة تعمل على تخفيض محتوى الزيت في المياه من نسبة تتراوح بين 100-150 جزء في المليون إلى أقل من 10 جزء في المليون. وتعتبر وحدة التعويم الهوائي طريقة فيزيائية جيدة للفصل؛ حيث تتخلل المياه الملوثة بفقااعات الهواء؛ حيث يتلامس الهواء مع المياه الزيتية عند ضغط أعلى من الضغط الجوي ويكون



شكل 5-3 مخطط لوحدات الطفو بالهواء المذاب مع إعادة تدوير

كاف لإذابة الهواء في الماء ثم يخفض الضغط مما يسمح بإطلاق الفقاعة حاملة معها الزيت الي سطح وحدة التعويم ، ويساعد الهواء الذائب في طفو قطرات الزيت على السطح وكذلك المواد العالقة وكلاهما يمكن كشطه من قمة الوحدة.

وقد تستخدم مواد كيميائية معينة كمساعدات للطفو مثل الشبه Alum والبولي اليكتروليت poly electrolyte وتساعد هذه المواد على تكسير مستحلب الزيت والماء وتعمل على زيادة معدل الطفو وتعمل أيضاً على تكتل (ترويب) الشوائب على هيئة حمأة يمكن كشطها بسهولة من على السطح. ويمرر التدفق الخارج من وحدة التعويم الهوائي في بعض معامل تكرير البترول على مرشح رملي من أجل

تخفيض نسبة المواد العالقة والزيت في المياه الخارجة. يتم حقن الزيت المكشوط في خط الزيت الخام حتي يمكن إعادة استخدامه.

3- الطريقة الكيميائية

وتستخدم طرق التنقية الكيميائية، لفصل الأحماض المعدنية، والعضوية، والقلويات والأملاح، والمواد الأخرى، الموجودة بمياه الصرف الصناعية. وتتلخص هذه الطرق في إضافة مواد التفاعل إلى الماء الخاضع للتنقية، فتدخل هذه المواد في تفاعل كيميائي مع المركبات غير المرغوب، فيها؛ مما يساعد على تنقية الماء. وتساعد مواد التفاعل - في بعض الحالات - على تحطيم المستحلبات، ومعادلة الأحماض والقلويات، وفي حالات أخرى، تساعد على تحسين فصل المواد عديمة الذوبان، وتمتص المواد الذائبة، وتحول المواد الضارة إلى مواد غير ضارة، والمواد الذائبة إلى مواد عديمة الذوبان. وتجرى غالباً عملية تنقية مياه الصرف الصناعية المحتوية على البنزين المؤثلن، بطريقة فيزيائية كيميائية بواسطة مذيب استخلاصي. ويستعمل البنزين غير المؤثلن مذيباً.

4- الطريقة البيولوجية

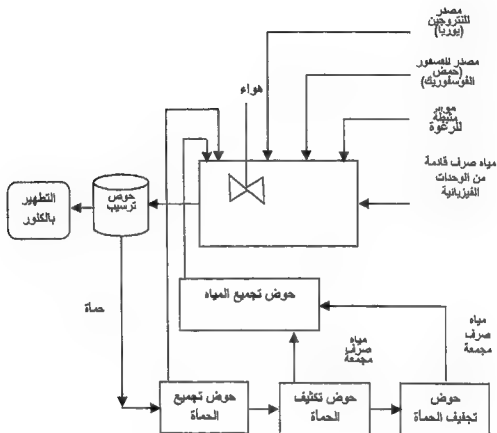
وتقوم طرق التنقية البيولوجية على أساس العمليات البيوكيميائية، لأكسدة المواد العضوية، الموجودة في مياه الصرف الصناعية. ويمكن استخدام التنقية البيولوجية، في حالة عدم احتواء مياه الصرف على كمية كبيرة من المواد السامة، التي تخل بالنشاط الحيوي للكائنات الحية الدقيقة، في الوقت نفسه الذي توجد فيه كمية كافية من المواد الغذائية "البوناسيوم، النيتروجين، والفوسفور، وغيرها" والمركبات

العضوية التي تتأكد بسهولة، نتيجة للعمليات البيوكيميائية. ويجب أن تسبق التنقية البيوكيميائية لمياه الصرف عمليات معالجة هذه المياه تمهيدياً. فالمياه المحتوية على كبريتيد الهيدروجين، والفينولات التي تعوق النشاط الحيوي للكائنات الحية الدقيقة تعالج تمهيدياً وتخفف بواسطة مياه الشرب، والمياه النقية اصطلاحاً. وكلما قلّ تركيز البترول والمنتجات البترولية في الماء، وزادت درجة تشبثها، زادت حدة تحطيم البترول بواسطة البكتريا، أي يصبح من الممكن تنقية مياه الصرف من البترول تنقية تامة، الشيء الذي لا يمكن التوصل إليه بطرق التنقية الميكانيكية.

وتتم في مصانع معالجة البترول عملية التنقية البيولوجية لمياه الصرف المنقاة تمهيدياً بطريقة ميكانيكية، في مرشحات هوائية، وفي برك بيولوجية، عن طريق إضافة المياه المنقاة، والهواء، وبعض الأملاح المعدنية الضرورية للنشاط الحيوي للكائنات الحية الدقيقة.

***وحدة المعالجة البيولوجية**

تعالج وحدة المعالجة البيولوجية الصرف الناتج من الوحدات الفيزيائية اذ غالبا ما تعقب وحدات المعالجة الفيزيائية وحدة معالجة بيولوجية. وتتكون الوحدة من خزان للتهوية، ومثخن لتكثيف الحمأة وحوض لتجفيف الحمأة.



شكل 4-5 مخطط لعمليات المعالجة البيولوجية لمياه الصرف الصناعي لوحدات تكرير البترول

ب- مكافحة التلوث البترولي للزيت المنسكب

يحدث هذا النوع من التلوث الذي يصيب الماء نتيجة التسرب للبترول ومنتجاته إلى الماء بسبب الأسباب الآتية:

- إفراغ ماء التوازن لناقلات البترول في البحر.
- الحوادث التي تحدث أثناء عمليات الحفر والتقيب والتي تسبب تلوث المياه بكميات هائلة.
- تسرب البترول إلى البحر أثناء عملية التحميل أو التفريغ في الموانئ البترولية.
- اشتعال النيران والحرائق بناقلات البترول في عرض البحر.
- التسرب الناتج من المنصات البحرية

- تسرب البترول الخام بسبب حوادث التآكل.
- التسرب بانفجار آبار البترول في البحر أو بأجهزة إنتاج البترول الموجودة في البحر أو على الشواطئ أو حدوث تآكل كيميائي في خطوط أنابيب البترول البحرية.
- الحوادث البحرية والتي من أهمها ارتطام هذه الناقلات بالشعاب المرجانية أو بعضها ببعض حيث تسبب ناقلات البترول وحدها في تسرب الزيت الخام إلى مياه البحار والمحيطات بمعدل يصل إلى 2 مليون طن سنوياً بالرغم من أنه تبين أن الحوادث البحرية الواقعة لناقلات البترول لا تساهم في هذا التلوث إلا بما لا يزيد على 4.8 % فقط.
- تسرب البترول إلى البحر أثناء الحروب كما حدث في حرب الخليج الثانية.
- التسرب من الأنابيب البحرية الممتدة داخل الماء.

1- الإجراءات الوقائية لمنع التلوث بالزيت المنسكب

هناك العديد من الإجراءات الوقائية لمنع التلوث البترولي للمياه بالزيت المنسكب، وهذه الإجراءات تهدف إلى تقليل حدوث مسببات تسرب البترول أو المياه الملوثة بالبترول إلى البيئة المائية ومن أهم هذه الإجراءات ما يلي:

- التصميم الجيد لناقلات البترول مما يحد من عمليات تسرب البترول الخام منها أثناء رحلاتها.
- الحد من التلوث بمياه الصابورة (مياه الاتزان المائي للناقلات).
- تطبيق معايير الامان والسلامة داخل المنشآت البترولية مما يقلل من حوادث الانفجار والتسرب البترولي.
- وضع برامج لمراقبة وفحص نوعية مياه البحر والرواسب والكائنات البحرية الحية الموجودة في المنطقة وكذلك تبادل الخبرات ما بين بلدان العالم المختلفة وإنشاء وتدعيم المراكز الإقليمية لمكافحة تلوث البترول خاصة في البحار شبه المغلقة

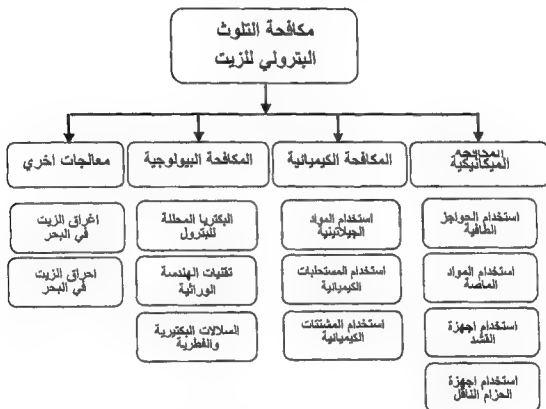
(البحر الأحمر _ البحر المتوسط _ البحر الأسود _ الخليج العربي)
وغيرها.

- استحداث طرق حديثة لمعالجة مخلفات الحفر البري وخاصة الوحل وذلك بجمع المخلفات ومزجها بمواد تعمل على تثبيتها كيميائياً وفيزيائياً مما يقلل من آثارها.
- التعاون في مراقبة السفن التي تزور الموانئ كما اقترحت المفوضية الأوروبية والتعامل بقسوة مع السفن التي لا تستوفي مقاييس السلامة وتعزّم المفوضية منع السفن التي يزيد عمرها عن 15 سنة من دخول موانئ بلدان الاتحاد الأوربي إذا احتجزت أكثر من مرتين في سنتين متتاليتين وتخطط المفوضية لنشر لائحة سوداء بهذه السفن كل ستة أشهر واستنكرت الاستعمال الواسع للأعلام الأجنبية على ناقلات البترول التي تستأجرها شركات أوروبية لأسباب ضريبية.
- التوسع في إنشاء محطات لاستقبال النفايات الزيتية السائلة والصلبة والقمامة ومياه التوازن.
- تشديد الرقابة على الموانئ التي لا تطبق القوانين بشكل جاد على السفن التي تقصدها وضرورة إيجاد نوع من التنسيق الفعلي والفعال بين الجهات المعنية وضبط المخالفين.
- إلزام السفن بالإبلاغ عن نظيراتها المتسببة في التلوث أمام شواطئ المنطقة.

2- الإجراءات العلاجية لمكافحة التلوث بالزيت المنسكب

يمثل التخلص من بقع الزيت الكبيرة التي تتكون فوق سطح البحر عند غرق إحدى الناقلات أو تسرب البترول من أحد المنشآت البترولية البحرية مشكلة كبيرة لا يمكن معالجتها بسهولة فور حدوثها، وعملية تحلل بقع الزيت طبيعياً

بفعل الكائنات الدقيقة عملية شديدة البطء وتحتاج إلى وقت طويل لاستكمالها، ولذلك لا يمكن الاعتماد عليها في إزالة هذا التلوث. لذلك هناك العديد من أنظمة مكافحة التلوث البترولي الحادث فمنها ما هو ميكانيكي وما هو كيميائي يعتمد على المواد الكيميائية لإزالة التلوث وما هو بيولوجي يعتمد على الكائنات الدقيقة. والشكل التالي يبين أهم طرق مكافحة التلوث البترولي للزيت المنسكب.



شكل 5-5 مخطط لطرق مكافحة التلوث البترولي للزيت

خامساً... السيطرة على ملوثات التربة البترولية

يعد تلوث التربة بالمواد والمشتقات البترولية أمر شديد الخطورة على البيئة وذلك لعدة أسباب منها:

- تلوث التربة قد يؤدي إلى تلوث المياه الجوفية نتيجة لتسرب المركبات خلال التربة لتصل إلى المياه الجوفية في باطن الأرض.
 - تلوث التربة بالمواد البترولية يؤدي إلى تدمير الأرض الصالحة للزراعة ونقص مساحتها.
 - صعوبة معالجة التربة الملوثة بالمواد البترولية والتكلفة العالية المطلوبة لإزالة التلوث البترولي والمدة الزمنية الطويلة المستغرقة في ذلك وخاصة بالنظم التقليدية للمعالجة.
- يعتمد حجم التلوث البترولي للتربة على حجم الكميات البترولية التي يمكن أن تتسرب إلى التربة وعلى موقع حدوث التسرب. وهناك نوعين من الإجراءات التي يمكن من خلالها التحكم في تلوث التربة بالمواد البترولية وأولها إجراءات وقائية لمنع حدوث التلوث أو على الأقل تقليل حدوثه ما أمكن ذلك، وثانيهما إجراءات علاجية لإزالة التلوث بعد حدوثه.

1- الإجراءات الوقائية لمنع تلوث التربة بالمواد البترولية

وتشمل هذه الإجراءات عمل ما يلي:

- التحكم في عمليات الحفر والإنتاج للبترول الخام بما يضمن عدم تسرب البترول أو تسرب سوائل وكيمائيات الحفر إلى البيئة المحيطة.

- التصميم الجيد لخزانات وصهاريج المصافي العلوية والمدفونة بالأرض وتطبيق كافة شروط المتانة والأمن والسلامة لهذه الخزانات.
- تطبيق وتفعيل كافة عمليات حماية الأنابيب البترولية والخزانات من التآكل والصدأ.
- وضع الخطط الوقائية الخاصة بالتسرب بموضع التنفيذ حال حدوثه مثل غلق المصادر حال اكتشاف أية تسربات.
- عدم رمي المخلفات البترولية الصلبة والزيوت المستهلكة على الأرض وتجهيز أماكن مصممة جيدة لحرقها وطمرها والتخلص البيئي السليم لها.

2- الإجراءات العلاجية لإزالة التلوث البترولي للتربة

تعتمد إجراءات إزالة التلوث البترولي الحادث للتربة على ما يلي:

- نوع المادة الملوثة للتربة.
- كمية المواد البترولية الملوثة التي تسربت للتربة.
- نوع التربة (هل هي مسامية منفذة للمواد الملوثة أم حاجزة لها).
- الظروف المحيطة بالتربة الملوثة مثل درجة الحرارة والرطوبة وشدة الإشعاع الشمسي وغيرها.
- المدة التي بقيت فيها المواد الملوثة بالتربة.
- نوعية الكائنات الحية الدقيقة الموجود بالتربة.
- نوعية الكائنات الحية المهددة بشكل مباشر من هذا التلوث.

تتخلص طرق إزالة التلوث البترولي من التربة بالعمليات الآتية:

(أ) كشط الطبقة الملوثة من التربة خاصة إذا كانت طبقة رقيقة وكمية التلوث صغيرة، بعد كشط التربة يمكن معالجة التلوث بالطرق الآتية:

- طرق المعالجة الكيميائية.
 - طرق المعالجة البيولوجية.
 - استخلاص الملوثات وإعادة تصنيعها مثلما هو حادث للمعادن.
 - حرق الملوثات في محارق خاصة.
- (ب) إذا كانت كميات المواد الملوثة قليلة يمكن تجميعها وحرقها في حفر خاصة.
- (ج) إذا كانت كميات المواد الملوثة يتم سحبها بواسطة الشاحنات ونقلها إلى معامل التكرير لمعالجتها.
- (د) استخدام منظفات كيميائية أو مذيبات لإذابة المواد البترولية الملتصقة بالتربة والتخلص منها.
- (هـ) جمع المواد الخطرة ودفنها في أماكن مخصصة لذلك.
- (و) ردم الأراضي الملوثة.
- (ز) استخدام المعالجة البيولوجية بالكائنات الدقيقة لمعالجة التربة واستهلاك المواد الملوثة لها.

ماكينة بيئية روسية لتنظيف التربة من الملوثات البترولية *

طور باحثون روس تقنية جديدة تستخدم في إعادة تأهيل التربة المتعرضة للتلوث بالمنتجات البترولية، وتؤمن إعادة عزق وفلاحة الأرض من جديد لغرض الإنتاج الزراعي. وتستند التقنية إلى أساس استخدام إفرازات البكتريا المجهرية الموضعية (الميكروفلورا Microflora) التي تنتج من الميكروبات الهيدروكربونية المؤكسدة بواسطة زرعها في مستنبتات خاصة محضرة لغرض تكاثرها. ويتم غرس هذه المواد في التربة باستخدام جهاز تم صنعه خصيصاً لتأدية هذه العملية أطلق عليه اسم الماكينة البيئية. Em - zm

ويمكن استخدام هذه الماكينة لمعالجة أنواع التربة الملوثة بما فيها الكائنة في أراضي المستنقعات حيث تؤدي عملها بفعالية عالية، كما تشير إلى ذلك تجربة استخدامها، وتقوم بالمعالجة الشاملة لهذه الأراضي. وتقوم الماكينة في آن واحد، خلال عملها، بإجراء حرث بسيط للتربة بهدف زيادة رخاوتها ونشر المواد التي زودت بها الأوعية الواقعة في الجزء الأسفل من الماكينة وهذه المواد تقوم بزيادة خصوبة التربة لكونها تقوم مقام السماد اللازم لذلك، وتخلط المواد مع بذور الحشائش التي تعمر لمدة سنة واحدة (الحولية) والتي تعمر لعدة سنوات؛ بالإضافة إلى خلط الميكروبات المستنبطة التي تقوم بتنظيف التربة من التلوث.

وحرث التربة الذي يؤدي إلى رخاوتها، له أهمية قصوى في السماح بتغلغل كمية كبيرة من الأوكسجين خلالها مما يؤثر بدوره على المنتجات البترولية الملوثة للتربة بأن يجعل توزيعها عليها أكثر تجانساً. ونتيجة

لذلك تخلق ظروف مثالية أمام الكائنات الدقيقة الحية للقيام باتلاف أو إجراء عملية تحلل الهيدروكربونات.

وتم تطوير التقنية الجديدة وكذلك الماكينة الأيكولوجية في شركة "إيكويل" Ecoil بالاشتراك مع المؤسسة العلمية الإنتاجية بريبور سيرفيس Pribor service الواقعة في مدينة تومسك المركز الصناعي جنوب شرقي سيبيريا في روسيا. وبينت تجربة استخدام الماكينة في المناطق الملوثة بالمواد البترولية المنتشرة في مقاطعات روسية عديدة، أنه أمكن خلال فترة موسم واحد معالجة الأرض من تقليل منسوب البترول والمواد البترولية سواء في التربة أو في المياه بمقدار يتراوح من 10 إلى 70 ضعفاً.

المصطلحات العلمية والملاحق والمراجع

قاموس المصطلحات العلمية

Glossary of Terms

A

المطر الحمض (Acid Rain)

يحدث عندما تتفاعل أكاسيد الكبريت والنيتروجين المنبعثة من مصادر التلوث المختلفة (مثل مصادر حرق الوقود من المصانع ومحطات توليد القوى ووسائل المواصلات) مع بخار الماء في الجو لتتحول إلى أحماض ومركبات حمضية ذائبة تبقى معلقة في الهواء حتى تتساقط مع مياه الأمطار (أو الضباب أو الثلوج أو البرد) مكونة ما يعرف بالأمطار الحمضية التي تحتوي على نوعين رئيسيين من الأحماض القوية وهي حمض الكبريتيك وحمض النيتريك. ويتسبب المطر الحامضي في العديد من الأضرار البيئية.

الامتزاز (الامصاص) Adsorption

هو أحد الخواص الفيزيائية للمواد؛ حيث تنتشر المواد القابلة للامتزاز على سطح المادة المازة، وهي إحدى الطرق المتقدمة لمعالجة المخلفات والملوثات بغرض إزالة بعض المواد العضوية من المياه أو الهواء باستخدام مادة نشطة سطحياً مثل الكربون المنشط.

هوائي (Aerobic)

كائن حي قادر على العيش بوجود الأكسجين فقط، أو عملية تحدث فقط بوجود أكسجين جزيئي في الهواء أو أكسجين مذاب في الماء.

الهواء Air

هو الخليط من الغازات المكونة له بخصائصه الطبيعية ونسبه المعروفة، وهو الهواء الخارجي والهواء في الأماكن المغلقة.

تلوث الهواء Air Pollution

يصبح الهواء ملوثًا إذا حدث تغير في تركيبه ومكوناته الطبيعية أو دخلت عليه عناصر غريبة، سواء كانت هذه العناصر طبيعية أو كيميائية أو بيولوجية مثل الغازات أو الجسيمات أو الميكروبات، خلال فترة قصيرة أو طويلة بحيث تؤدي إلى إلحاق ضرر بحياة الإنسان أو الحيوان أو الكائنات الأخرى أو الممتلكات الاقتصادية أو أحدثت خللاً بالنظام البيئي.

البيئة المائية Aquatic Environment

كل الأجسام المائية على الكرة الأرضية وبخار الماء في الجو، وتمثل البيئة البحرية والمياه الداخلية بما فيها المياه الجوفية ومياه الينابيع والوديان وما بها من ثروات طبيعية ونباتات وأسمك وكائنات حية أخرى وما فوقها من هواء وما هو مقام فيها من منشآت أو مشاريع ثابتة أو متحركة.

B

البكتريا Bacteria

وهي كائنات دقيقة وحيدة الخلية، يتكاثر معظم أنواعها بالتقسيم الثنائي، وبالرغم من ذلك هناك أنواع من البكتريا تتكاثر بالتكاثر الجنسي أو بالتفرع. وحتى الآن يوجد آلاف الأنواع من البكتريا موجودة في الطبيعة، وعموماً يندرج معظمها تحت ثلاث أنواع رئيسية تبعاً لشكلها، وهي الكروية والأسطوانية (العصوية الشكل)، والحلزونية (اللولبية). وتعد البكتريا من أكثر الكائنات الممرضة في المياه الملوثة بمياه الصرف الصحي أو الصناعي وذلك لأن إعدادهما في الستيمتر المكعب الواحد تعد بالملايين وأنواعها بالآلاف، كما أن للبكتريا دور هام وأساسي في جميع عمليات المعالجة البيولوجية لمياه الصرف الصحي والصناعي.

مياه الاتزان (مياه الصابورة) Ballast Water

هو نظام لحفظ توازن السفن وهو ما يراعى عند تصميم السفينة حيث تحمل السفن وزناً إضافياً سائلاً يسمى الصابورة. وبدون هذا السائل قد تنقلب سفينة الشحن الفارغة وتجنح في المحيط كقطعة القلين. وتعد المياه الموجودة داخل صهريج على السفينة مصدراً للتلوث إذا كانت محتوياتها من الزيت تزيد على 15 جزءاً في المليون.

التراكم الحيوي Bioaccumulation

يسمى تراكم الكيماويات في خلايا الكائنات الحية بالتراكم الحيوي، ويعتمد مقدار التراكم الحيوي على النسبة بين معدل دخول المادة إلى خلايا الكائن الحي ومعدل تكسيرها أو التخلص منها. فإذا قام كائن حي باستيعاب كمية قليلة من المادة الملوثة فقد يكون قادراً على التخلص منها بدون حدوث تراكم ملحوظ، ومع ذلك فإذا لم تكن الكائنات الحية قادرة على إزالة التلوث من جسمها فسوف يحدث تراكم حيوي.

التحلل الحيوي Biodegradation

التحلل البيولوجي هو تكسير مادة عضوية، مثل البترول بتأثير كائنات حية تعرف باسم الكائنات الحية الدقيقة وخصوصاً البكتيريا. وتتحلل بعض المواد حيويًا بصورة أسرع وبدرجة أكبر من المواد أخرى. وينتج عن التحلل الحيوي الكامل للمواد العضوية القابلة للتحلل الحيوي تكون الماء وثاني أكسيد الكربون. ويمكن أن تتحلل بعض المواد إلى جزيئات وسطية أصغر. ويسمى ذلك بالتحلل الابتدائي. وعادة ما تكون تلك الجزيئات مركبات بسيطة في عملية التحلل الحيوي النهائي، ولكن يمكن في بعض الحالات أن تكون قادرة على البقاء أو تكون أكثر سمية من المادة الملوثة الأصلية.

عمليات المعالجة البيولوجية Biological Treatment Processes

هي طرق وعمليات المعالجة التي يتم فيها التخلص من الملوثات في المخلفات السائلة وذلك بفعل نشاط الكائنات الحية الدقيقة الميكروسكوبية (Microorganisms). وتختص هذه المعالجة البيولوجية بإزالة المواد العضوية القابلة للتحلل بيولوجيًا عن طريق البكتيريا سواء كانت هذه المواد العضوية غروية أو ذائبة في مياه الصرف. وينتج من المعالجة البيولوجية غازات كنواتج نهائية والتي تنطلق إلى الهواء الجوي ونواتج أخرى تدخل إلى خلايا الكائنات الدقيقة ومن ثم يسهل ترسيبها بعد ذلك.

الأكسدة البيولوجية Biological Oxidation

هو تكسير وهدم بالأكسدة للمواد العضوية بواسطة الكائنات الدقيقة، وتتمثل هذه العملية في التنقية الذاتية للمجاري المائية وفي المعالجة البيولوجية لمياه الصرف الصحي ومعالجة الرواسب الصلبة (الحماة).

الأكسجين الحيوي المستهلك Biological Oxygen Demand BOD

يعتبر الأكسجين الحيوي المستهلك من أهم الاختبارات التي تحدد كفاءة المعالجة البيولوجية، فقيمة الأكسجين الحيوي المستهلك تحدد بدقة قيمة الحمل العضوي الموجود في المياه (مقدار التلوث العضوي). ويعرف الأكسجين الحيوي المستهلك بأنه كمية الأكسجين الذي تستهلكه الكائنات الحية الدقيقة لأكسدة المواد العضوية القابلة للتحلل بيولوجيا ويقدر بالمليجرام لكل لتر.

المعالجة الحيوية Bioremediation

هي استخدام الكائنات الحية لتنظيف بقع الزيت البترولية أو إزالة الملوثات الأخرى من التربة أو من الماء أو المجاري المائية أو لتنقية مياه الصرف وأيضا استخدامها لمقاومة وإزالة الآفات الصحية والزراعية أو استعمالها كمضادات لأمراض الأشجار والنباتات والحيوانات.

C

مادة مسرطنة Carcinogen

أي مادة يمكن أن تسبب في إحداث أو تفاقم السرطان.

العامل المساعد (الحفاز) Catalyst

مادة تساعد على إسرار التفاعل الكيميائي دون أن تستهلك خلاله أو تدخل فيه.

الخلية Cell

هي وحدة التركيب والوظيفة في الكائنات الحية فجسم الإنسان مكون من أجهزة والأجهزة مكونة من أعضاء والأعضاء مكونة من أنسجة والأنسجة مكونة من خلايا.

الأكسجين الكيميائي المستهلك Chemical Oxygen Demand COD

ويعرف الأكسجين الكيميائي المستهلك بأنه كمية الأكسجين المطلوبة لأكسدة وتكسير المواد العضوية بالتفاعل الكيميائي.

ولهذا فإن الأكسجين الكيميائي المستهلك يعتبر قياس للمواد العضوية (القابلة للتحلل والتأكسد بيولوجيا وغير القابلة للتحلل بيولوجيا)، لذلك فقيمة الأكسجين الكيميائي المستهلك أكبر أو تساوي الأكسجين الحيوي المستهلك

ولا يمكن أن يكون الأكسجين الحيوي أكبر من الكيميائي.

التلوث الكيميائي Chemical Pollution

هو التلوث الذي يحدث للماء بفعل المركبات والمواد الكيميائية مما يغير من الحواص الطبيعية والكيميائية والبيولوجية للماء.

وينتج هذا التلوث غالبًا عن ازدياد الأنشطة الصناعية، أو الزراعية، بالقرب من المسطحات المائية، مما يؤدي إلى تسرب المواد الكيميائية المختلفة إليها.

تفاعل كيميائي Chemical Reaction

تغير يطرأ على المواد، ويشمل تكسير روابط وإعادة تكوين روابط كيميائية وتترتب فيها الذرات بطريقة ينتج عنها مواد جديدة تختلف في خصائصها عن المواد المتفاعلة.

عمليات المعالجة الكيميائية Chemical Treatment Processes

هي طرق وعمليات المعالجة التي يتم فيها إزالة أو تحويل ملوثات المخلفات السائلة عن طريق إضافة الكيماويات أو عن طريق التفاعلات الكيميائية، ومن أمثلة هذه العمليات الكيميائية الترسيب الكيميائي والأكسدة الكيميائية والادمصاص والتطهير الكيميائي وهذه العمليات السالف ذكرها من أكثر العمليات شيوعاً في معالجة مياه الصرف.

الوقود النظيف Clean Fuels

مادة يمكن أن تستخدم كوقود بديل للوقود الملوث للبيئة كالجازولين أو الديزل أو الفحم، وتتميز هذه المواد بقلّة انبعاث المواد الملوثة منها عند استخدامها.

تغير المناخ Climate Change

تغيرات في درجة حرارة الأرض وطبيعة الطقس عبر الزمن. ويربط الإجماع العلمي الآن ارتفاع الحرارة الحالي بالنشاطات البشرية مثل حرق أنواع الوقود الأحفوري، وتراكم تركيزات الغازات الدفينة في الغلاف الجوي.

إزالة التلوث Decontamination

هو إزالة المواد الضارة الملوثة سواء كانت كيميائية أو بيولوجية (كالكائنات الحية) أو فيزيائية كالمواد المشعة وذلك من الانظمة البيئية كالماء والهواء أو التربة أو من الأشخاص المعرضين للتلوث.

نظام الطفو الموائى المذاب Dissolved Air Floatation(DAF)

هو أحد طرق المعالجة الفيزيائية لمياه الصرف الصناعية وفي هذا النظام يتم ملائمة الهواء لمياه الصرف تحت ضغط عال؛ مما يؤدي إلى إذابة الهواء. ويتم خفض الضغط على سطح المياه من خلال صمام ضغط خلفي ينتج عنه فقاعات هواء تماثل حجم الميكرون تزيل المواد العالقة والزيوت من مجرى المياه الملوثة وإلى سطح الوحدة. ويتم كشط الرغوة من سطح المياه بعد المعالجة.

التخلص Disposal

حرق أو ترسيب أو حقن أو تصريف أي مخلفات أو نفايات أو مواد خطرة أو مشعة أو أحد مكوناتها في حالاتها الغازية أو السائلة أو الصلبة إلى أحد الأوساط البيئية (التربة أو الهواء أو المياه بما فيها المياه الجوفية) بطريقة مقصودة أو غير مقصودة، أو بطريقة مباشرة أو غير مباشرة..الخ.

E

الانبعاث Emission

هو تشتت المادة خارج منطقة التطبيق الفعلية، وقد يكون هذا التحرك الغير مرغوب فيه راجعا للانجراف، ويعبر أيضا عن التلوث المنصرف في الغلاف الجوي من المداخل وغيرها من المنافذ، مثل مسطحات لىوازم الأنشطة التجارية والصناعية ومواقف ومدخل المنازل ومواتير المركبات والقاطرات أو البخار المنطلق من الطائرات.

البيئة Environment

كل ما يحيط بالإنسان من ماء وهواء ويابسة وفضاء خارجي، وكل ما تحويه هذه الأوساط من جماد ونبات وحيوان وأشكال مختلفة من طاقة ونظم وعمليات طبيعية وأنشطة بشرية.

تقييم التأثير البيئي (Environmental Impact Assessment)

هو عبارة عن دراسة يتم فيها تحليل والحكم على التأثيرات البيئية المختلفة (سواء كانت مؤقتة أو دائمة) لنشاط تنموي معين، ويتم إعداد هذه الدراسة في مرحلة التخطيط (أي ما قبل تنفيذ هذا النشاط). ويتم في تقييم التأثير البيئي بحث الخيارات المختلفة لتنفيذ هذا النشاط من حيث تأثيراتها المختلفة على مكونات النظام البيئي، ويشمل ذلك التأثيرات الكيميائية والفيزيائية والحيوية كم يشمل التأثيرات الاجتماعية.

الملوثات البيئية Environmental Pollutants

المواد الصلبة أو السائلة أو الغازية أو الأبخرة أو الأبخرة أو السوائل أو الضوضاء أو الإشعاع أو الحرارة أو الاهتزازات، وكل ما يؤدي بطريقة مباشرة أو غير مباشرة إلى التلوث البيئي.

F

الجسيمات العالقة الدقيقة Fine Suspended Particulates

هي الجسيمات العالقة الدقيقة الحجم، وهذه الجسيمات صغيرة جدًا وقطرها أقل من 0.1 ميكرومتر، ومن الصعب ترسيبها ولها حركة عشوائية وقد تتجمع مع بعضها البعض ليزداد حجمها إلى أكثر من 1 ميكرومتر. ويصل عددها في الهواء النقي إلى عدة مئات في السنتيمتر المكعب، أما في الأجواء الملوثة فيصل عددها إلى أكثر من 100 ألف في السنتيمتر المكعب. ولا تشكل هذه الجسيمات خطراً كبيراً على صحة الإنسان، مع أنها تصل إلى الرئتين بسهولة، حيث تستطيع الرئتين نفثها أثناء الزفير.

كفاءة الوقود Fuel Efficiency

كمية الطاقة المفيدة والقابلة للاستخدام المنبعثة من حرق قدر معين من الوقود.

G

الانبعاثات الغازية Gaseous Emissions

مواد قد توجد على شكل أبخرة أو غازات أو أتربة أو متطايرة، والتي تنبعث من: (أ) مصادر ثابتة كالمصانع وال كسارات والمحاجر وأعمال الهدم والبناء

ومحارق ومراصد النفايات. (ب) مصادر متحركة كوسائل النقل المختلفة. (ج) مصادر طبيعية كالغبار والشوائب الدقيقة الناجمة عن الرياح والعواصف أو الانبعاثات الناجمة عن تسرب الغاز الطبيعي أو البراكين. (د) مصادر أخرى كالغازات الصادرة عن الأجهزة والمعدات الكهربائية، المبيدات، الأسمدة العضوية والكيميائية، التدخين، أجهزة التبريد وتكييف الهواء ومردات الأيروسولات وغيرها.

ظاهرة تأثير البيت الزجاجي (Greenhouse Effect)

تأثير يحدث بسبب غازات متعددة تنبعث من مصادر التلوث (يطلق عليها مصطلح غازات البيت الزجاجي) بحيث تحدث تأثير غلاف حول الأرض يسمح بدخول أشعة الشمس فتعمل على تسخين الأرض فتنبعث من الأرض موجات حرارية (أشعة تحت حمراء) إلى الفضاء الخارجي، ولكن تمتص غازات البيت الزجاجي هذه الأشعة تحت الحمراء وتمنع خروج معظمها من الغلاف الجوي للفضاء الخارجي. ويشبه هذا التأثير التأثير الذي يحدثه البيت الزجاجي (أو الصوب الزراعية) في المزروعات للحفاظ عليها في درجات حرارة محددة. وقد تسببت ظاهرة البيت الزجاجي في حدوث ظاهرة الاحتباس الحراري.

H

الهيدروكربونات Hydrocarbons

الهيدروكربونات هي المركبات المكونة من عنصري الكربون والهيدروجين، مثل غاز الميثان CH_4 ، والإيثان C_2H_6 ، والإيثيلين C_2H_4 والبنزين C_6H_6 والهيدروكربونات البترولية المسنولة عن تلوث الهواء تشمل الهيدروكربونات الخفيفة والمركبات العضوية المتطايرة VOCs.

I

المواد غير العضوية Inorganic Matter

وهي المواد التي لا يدخل في تركيبها عنصر الكربون مثل الرمل والزلط والأملاح والعناصر الثقيلة وتتميز هذه المواد الغير عضوية بأنها ثابتة لا تتحلل.

L

Liquid Wastes المخلّفات السائلة

المواد ذات الطبيعة السائلة وشبه السائلة الناتجة عن أنشطة المساكن أو المجمعات السكنية أو المحلات التجارية أو المؤسسات العامة والخاصة أو المطاعم أو المصانع والورش والمعامل، بما فيها مخلفات الصرف الزراعي والصناعي.

M

Microorganisms الكائنات الحية الدقيقة

هي كائنات حية نباتية أو حيوانية من الصغر بحيث يمكن رؤيتها فقط من خلال المجهر، مثل البكتيريا، والخمائر، والطحالب، وأحاديات الخلايا. وتفيد بعض الكائنات الدقيقة في حين أن البعض الآخر يشكل خطراً على صحة الإنسان. ويختلف كل نوع من هذه الكائنات الحية في التركيب والوظيفة والسلوك، ووضع الكائن الحي في المنظومة البيئية، والذي نعني به درجة تأثيره وتأثيره في البيئة من حوله ودرجة أهميته أو خطورة وجوده في النظام البيئي.

O

Oil Spill بقعة الزيت

إطلاق متعمد أو غير متعمد (عرضي) للبتروول إلى الكتل المائية بسبب الحوادث كحوادث الناقلات أو بسبب تآكل الأنابيب أو غيرها من أسباب التسرب البتروولي. وقد يكون الإطلاق إلى غير الكتل المائية كالتسرب إلى التربة.

Organic Matter المواد العضوية

وهي المواد التي يدخل في تركيبها عنصر الكربون وتحتوي أيضاً على الهيدروجين وقد تحتوي على الأكسجين والنيتروجين ومن أمثلة هذه المواد النشويات والدهون والبروتينات، والمواد العضوية قابلة للتحلل الي مواد أخرى بسيطة وإلى غازات بواسطة البكتيريا والكائنات الحية الدقيقة.

اوزون - (Ozone)

جزء مبنى من 3 ذرات أكسجين وينتج من نشاط الأشعة فوق بنفسجية على جزيئات الأكسجين. وتكون طبقة الأوزون موجودة في الجو على ارتفاع 15-30 كم. وأهمية طبقة الأوزون في أنها تحد من وصول الأشعة فوق البنفسجية إلى الكرة الأرضية وتحمي الأرض من تأثيراتها الضارة.

P

الجسيمات Particulates

تعرف الجسيمات بأنها ما يحمله الهواء من دقائق صلبة أو سائلة تنطلق إليه من مصادر عديدة بأحجام وأشكال وألوان مختلفة وبتركيب كيميائي مختلف. وتنتج الجسيمات إما من مصادر طبيعية أو من أنشطة الإنسان المختلفة.

رقم (قيمة) الأس الهيدروجيني pH value

هو اللوغاريتم السالب لتركيز أيون الهيدروجين في سائل ما، وهو تعبير على تركيز أيونات الهيدروجين في المحلول أي مقياس الحموضة والقلوية، وهذه القيمة تبدأ من صفر إلى 14 .

حمل التلوث Pollution Load

هو كمية الملوث مقدرة بوحدات الوزن (ملجم - جم - كجم - طن) التي تنبعث إلى البيئة الخارجية خلال فترة زمنية محددة. وعادة ما تستخدم الوحدات الصغيرة نسبياً للتعبير عن أحمال الملوثات في العينات التي يتم سحبها على مدى زمني قصير لإغراض القياس (ملجم/دقيقة - جم/ساعة)، أما الوحدات الكبيرة فيتم استخدامها للتعبير عن أحمال التلوث على مدى زمني طويل نسبياً مثل (كجم/شهر - طن/سنة).

تلوث المصدر المحدود Pollution of Limited Source

هو مصدر التلوث الذي تنبعث منه بعض الملوثات، مثل أنبوب المجاري الذي يطرح ماء متسخاً في نهر من الأنهار، من نقطة محدودة أو مكان محدد، ويعرف هذا بتلوث المصدر المحدود.

تلوث المصدر اللامحدود Pollution of Unlimited Source

هو مصدر التلوث الذي تنبعث منه بعض الملوثات من مناطق واسعة، ففي مقدور الماء الجاري في المزارع أن يحمل معه المبيدات والأسمدة إلى الأنهار، كما أن بإمكان مياه الأمطار أن تجرف الوقود والزيت والأملاح من الطرق ومواقف السيارات، وتحملها إلى الآبار التي تزودنا بمياه الشرب. ويسمى التلوث الصادر عن مثل هذه المناطق الواسعة بتلوث المصدر اللامحدود.

منع التلوث Pollution Prevention

هي الإجراءات التي تتخذ لإيقاف انبعاث أية من العوامل الملوثة التي يمكن أن تسبب تلوث للبيئة من أي مصدر باعث لهذه العوامل. ويمكن أن يشمل منع التلوث أيضاً الإجراءات التي تتخذ للحد من مستويات انبعاث العامل الملوث وتخفيضه إلى أدنى مستوى ممكن إذا كان إيقافه كلياً غير ممكن.

مصادر التلوث Pollution Sources

أي منشأة أو نشاط يحتمل أن يكون سبباً مباشراً أو غير مباشر للتلوث البيئي أو التدهور البيئي.

حماية البيئة Protection of Environment

هو المحافظة على البيئة وعلى مكوناتها وخواصها وتوازنها الطبيعي ومنع التلوث أو الإقلال منه أو مكافحته، والحفاظ على الموارد الطبيعية وترشيدها واستهلاكها وحماية الكائنات الحية التي تعيش فيها، خاصة المهددة بالانقراض، والعمل على تنمية كل تلك المكونات والارتقاء بها..

R

إعادة التدوير (Recycling)

طريقة لاسترجاع المواد النافعة (الممكن إعادة استخدامها مرة أخرى) من المخلفات بحيث يتم فصل هذه المواد ومعالجتها (إذا تطلب الأمر) ثم إعادة تصنيعها. ويحقق إعادة التدوير العديد من الفوائد الاقتصادية والبيئية، وذلك باسترجاع كميات من المخلفات، كان يتم التخلص منها، واستغلالها اقتصادياً كما يعمل ذلك على توفير جزء من الثروات التي تستخرج من باطن الأرض من البترول والمعادن.

الحماة (رواسب صلبة) Sludge

نفايات صلبة أو شبه صلبة أو سائلة أو مترسبة في قاع الخزانات أو الصهاريج أو الحاويات، أو كالتى تنتج عن عمليات معالجة مياه الصرف الصحي المنزلي أو التجاري أو الصناعي، أو مياه الشرب، أو من أجهزة التحكم في تلوث الهواء.

المخلفات الصلبة Solid Wastes

المواد الصلبة أو شبه الصلبة التي تخلف عن الأنشطة البلدية أو الصناعية أو الزراعية أو المستشفيات أو مخلفات الهدم والبناء وغيرها من المخلفات، ويتم التخلص منها عند مصدر تولدها كمخلفات ليست ذات قيمة، وإن كان من الممكن أن يكون لها قيمة في موقع آخر أو ظروف أخرى بما يوفر الأوضاع المواتية لعمليات إعادة الاستخدام أو التدوير.

تلوث التربة Soil Pollution

تلوث التربة يعني دخول مواد غريبة في التربة أو زيادة في تركيز إحدى مكوناتها الطبيعية أو نقصها مما يؤدي إلى التغير في التركيب الكيميائي والفيزيائي للتربة. وايضا ولكن إذا وجد ما يخل بوظائف التربة عن أداء مهامها فهو يعتبر تلوث للتربة واجهاد لها. وهذه المواد التي يطلق عليها ملوثات التربة قد تكون مبيدات أو مواد واسمدة كيميائية أو امطار حمضية ساقطة أو نفايات صناعية أو نفايات وفضلات منزلية أو النفايات المشعة.

الحمل النوعي للتلوث Specific Pollution Load

هو يمثل معدل صدور الملوثات بوحدة الوزن بالنسبة لحجم النشاط، ويمكن التعبير عن الحمل النوعي للتلوث بوحدة (جم ملوث / طن إنتاج) أو (كجم ملوث / طن وقود).. الخ، حيث يتم اختيار الوحدات المناسبة لكل نوع من أنواع النشاط. ويتم تقدير الحمل النوعي للتلوث بقسمة كمية الملوثات المنبعثة خلال فترة زمنية معينة على حجم النشاط خلال نفس الفترة مثل حجم الإنتاج أو حجم الاستهلاك.

I

أسلوب (تكنولوجيا) المعالجة Treatment Technology

أية عملية أو تقنية يقصد بها تنقية المياه أو الهواء أو التربة أو أية وسط بيني من الملوثات.

W

Waste Discharge تصريف المخلفات

تسريب أو ضخ أو انبعاث أو رمى مخلفات بما في ذلك النفايات الخطرة إلى أو على أو في أي أرض أو ماء أو هواء، سواء كان ذلك بصورة مقصودة أم غير مقصودة.

Waste Recycling تدوير المخلفات

الاستخدام الفعال أو إعادة الاستخدام للنفايات كبديل لمنتج تجاري، أو استخدام النفايات كمادة أولية أو جزء منها في عملية صناعية، أو استصلاح جزء مفيد من مادة النفايات، أو إزالة ملوثات من النفايات لتصبح صالحة لإعادة الاستخدام.

Waste Treatment معالجة المخلفات

طريقة أو تقنية تستخدم لتغيير الصفات الفيزيائية أو الكيميائية أو البيولوجية للمخلفات، وتستعمل لتقليل أضرار المخلفات، أو الاستفادة من المواد أو الطاقة الموجودة فيها، أو المتحررة منها، أو تستعمل لتحويل المخلفات الخطرة إلى نفايات غير خطيرة، أو أقل خطورة أو أكثر أماناً عند النقل أو التخزين أو التخلص أو تهيتها بغرض تخزينها أو النقل من حجمها.

Water Pollution تلوث الماء

يقال ان الماء ملوث اذا ما احتوي على مواد غريبة سائلة أو صلبة عضوية أو غير عضوية ذائبة أو غير ذائبة أو كائنات دقيقة، وتغير هذه المواد من الخواص الطبيعية والكيميائية والبيولوجية للماء، خلال فترة قصيرة أو طويلة بحيث تؤدي الى الحاق ضرر بحياة الإنسان أو الحيوان أو الكائنات الاخرى التي تستخدم أو تتعامل مع الماء، او ان يؤدي هذا التلوث الي ان يصبح الماء غير صالح للاستهلاك المنزلي أو في الزراعة أو في الصناعة.

الملاحق

جدول 1

معدل انبعاث الملوثات من أنواع الوقود المختلفة

مقدار الملوثات (كجم/كجم وقود)				الوقود
أكاسيد النيتروجين	ثاني أكسيد الكبريت	أول أكسيد الكربون	ثاني أكسيد الكربون	
0.005640	0.0400	0.000400	3.16940	المازوت
0.001487	0.0152	0.000360	3.08137	السولار
0.001250	0.0000	0.000042	2.01000	الغاز الطبيعي

جدول 2

نتائج التحليل المطلق للمازوت (نسبة مئوية للوزن)

النسبة المئوية للوزن	المكونات
86.0%	الكربون
10.5%	الهيدروجين
3.0%	الكبريت
0.05%	الأكسجين
0.05%	النيتروجين
0.2%	الرطوبة
0.2%	الرماد
100%	الاجمالي
المصدر: دليل الرصد الذاتي لوحدات توليد الطاقة جهاز شلون البهلة المصري	

جدول 3

أهم المواد الكيميائية الخطرة المتداولة في الصناعة البترولية

م	اسم المادة	الصيغة الكيميائية	نوع الاستخدام	التأثيرات الصحية
1	Acetonitrile	CH_3CN	استخدام معمل	مهيج عند استنشاق أبخرته
2	Ammonium Nitrate	NH_4NO_3	معمل+صناعي	يسبب حساسية للجلد والعين عند التعرض لأبخرته
3	Ammonium Thiocyanite	NH_4SCN	معمل+صناعي	مهيج للجهاز التنفسي عند استنشاق أبخرته
4	Ammonia Solution	NH_3 in Water	معمل+صناعي	مهيج
5	Arsenic (Metal)	As	معمل+صناعي	سام جدا للجهاز الهضمي والتنفسي والجلد
6	Arsenic Trioxide	As_2O_3	معمل+صناعي	سام جدا للجهاز الهضمي والتنفسي والجلد
7	Aniline	$\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2$	معمل+صناعي	مؤذي ويسبب العظم
8	Barium and its compounds	-	معمل	سامة ومهيجة
9	Barium Sulfate	BaSO_4	معمل	يحرق ويقرح الجلد
10	Bromine	Br_2	معمل+صناعي	يحرق ويقرح الجلد
11	Benzene	C_6H_6	معمل+صناعي	مهيج للجلد وسام للجهاز الهضمي والتنفسي ومسرطن

12	Benzidine	$C_{12}H_{12}N_2$	معملي	سام ومسرطن
13	Benzaldehyde	C_6H_5CHO	معملي	سام ومهيج
14	Cadmium Sulfate	$CdSO_4$	معملي	سام للجهاز الهضمي والتنفسي
15	Carbon Tetrachloride	CCl_4	معملي+صناعي	سام ومسرطن
16	Chlorine	Cl_2	معملي+صناعي	سام ومهيج ويسبب تلف للخلايا
17	Chloroform	$CHCl_3$	معملي+صناعي	سام ومهيج
18	Cyclohexane	C_6H_{12}	معملي+صناعي	سام ومهيج للجلد والعين والجهاز التنفسي
19	Formaldehyde	$HCHO$	معملي+صناعي	سام ومهيج للجلد والعين والجهاز التنفسي والهضمي
20	Lead and its compounds	-	معملي	تآلف لأنسجة الجسم ومؤذي للجهاز التنفسي والعين
21	Mercury and its compounds	-	معملي	خطر جدا وسام وتآلف للجهاز العصبي
22	Methanol	CH_3OH	معملي+صناعي	سام وتآلف للبصر ويسبب العمى
23	Nitrophenol	$NO_2C_6H_4OH$	معملي+صناعي	سام وتآلف للأنسجة
24	Nitric Acid	HNO_3	معملي+صناعي	حارق وسام وتآلف للأنسجة
25	Oxalic Acid	$H_2C_2O_4$	معملي+صناعي	مخدش وتآلف للأنسجة
26	Phenol	C_6H_5OH	معملي+صناعي	سام وتآلف

للائسجة				
سام جدا وحارق ومقيح للجلد	معملي+صناعي	H_3PO_4	Phosphoric Acid	27
عامل مؤكسد قوي وتآلف للائسجة	معملي	$KClO_3$	Potassium Chlorate	28
عامل مؤكسد قوي وتآلف للائسجة	معملي	K_2CrO_4	Potassium Chromate	29
مؤكسد قوي وتآلف للائسجة	معملي	$K_2Cr_2O_7$	Potassium Dichromate	30
سام جدا ومميت	معملي+صناعي	KCN	Potassium Cyanide	31
سام للجهاز الهضمي والجلد	معملي+صناعي	C_5H_5N	Pyridine	32
حارق	معملي+صناعي	Na	Sodium (Metal)	33
حارق وتآلف للائسجة	معملي+صناعي	H_2SO_4	Sulfuric Acid	35
سام جينيا ويؤثر على الجهازين الهضمي والتناسلي	معملي+صناعي	$C_6H_5CH_3$	Toluene	36

جدول 4

قائمة النفايات الخطرة لوزارة البترول المصرية

م	نوعية المخلفات
1	الطفلة ذات القاعدة الزيتية الحاملة للصخور المفتتة
2	مخلفات الزيوت والدهون مثال (زيوت المضخات - زيوت الفرامل - زيوت الآلات - زيوت التشحيق - زيوت العزل - المواد الصلبة والحماة الناتجة من فصل الماء/الزيت).
3	مخلفات نواتج التنظيف وإزالة الشحوم وصيانة الماكينات.
4	المخلفات السائلة الحمضية (مثل حمض الكبريتيك)
5	المخلفات السائلة القلوية (مثل هيدروكسيد الصوديوم - الأمونيا)
6	الكربون المنشط المستهلك
7	الدهانات والورنيشات واحبار الطباعة التي تحتوي على المذيبات
8	المواد اللاصقة والغراء ومواد اللحام التي تحتوي على المذيبات
9	مخلفات المعامل الكيميائية
10	مخلفات التركيبات الكهربائية والأليكترونية الخردة والتي تضم على بطاريات تحتوي على رصاص أو كاديوم
11	البطاريات التي تحتوي على رصاص أو كاديوم والبطاريات الغير مصنفة
12	مخلفات الهدم ومواد العزل - المرشحات والمواد التي تحتوي على اسبستوس
13	راتنجيات التبادل الأيوني المشبعة والمستهلكة
14	مخلفات المذيبات العضوية
15	مخلفات تنظيف تنكات النقل والتخزين التي تحتوي على كيماويات او زيوت
16	المواد الماصة وإقمشة التنظيف - مواد المرشحات والملابس الواقية الملوثة بمخلفات خطرة او مواد خطرة
17	العبوات التي تحتوي على مخلفات خطرة او مواد خطرة
18	مخلفات السبائك المعدنية التي تحتوي على المعادن الثقيلة مثل الكاديوم او الرصاص
19	مخلفات المواد الخطرة التي انتهى الغرض من استخدامها
20	مخلفات العوامل الحفازة المحتوية على كروم والكروم والمنشط والناتجة عن انتاج الايثيلين والبولي ايثيلين

المراجع العربية

- 1- الأستاذ الدكتور/ محمد محمود السكري، تقرير عن العمليات الصناعية البترولية، معهد بحوث البترول 1998.
- 2- التلوث البحري ووسائل مكافحته د/ أسامة محمد ابو الذهب 1992.
- 3- تقنية النفط والغاز د/ وسام قاسم الشالجي 1992، معهد النفط بالعراق.
- 3- الكيمياء البيئية أحمد السروي الدار العالمية للنشر 2007.
- 4- الهندسة البيئية د/ فاضل حسن أحمد -جامعة عمر المختار - ليبيا 2005.
- 5- معالجة مياه الصرف الصناعي - أحمد السروي. دار الكتب العلمية 2006.
- 6- المدخل الي العلوم البيئية سامح غريبة ويحي الفرحان عمات الاردن 1987.
- 7- مجلة عالم الكيمياء - شعبة الكيمياء - نقابة المهن العلمية - اعداد مختلفة.
- 8- المعالجة الفيزيائية والكيميائية لمياه الصرف الدار العالمية للنشر 2008.
- 9- الملوثات المائية (المصدر - التأثير - التحكم والعلاج) أحمد أحمد دار الكتب العلمية للنشر 2007.
- 10- المعالجة البيولوجية لمياه الصرف مكتبة الدار العلمية، أحمد السروي 2008.

References

- 1- Environmental Control in Petroleum Engineering John C.Reis 1999.
- 2- Environmental Technology in the Oil Industry Stefan T. Orszulik 2007, Springer
- 3- American Petroleum Institute, U.S. Oil and Natural Gas Industry's Environmental Expenditures: 1993–2002, January 28, 2004.
- 4- Minimizing Environmental Problems from Petroleum Exploration, EPA 1990.
- 5-Handbook of Petroleum Refining Processes av Robert A. Meyers, 2008, McGraw-Hill Professional
- 6- Air Pollution by Jeremy Colls Taylor & Francis Publisher 2002.
- 7- Environmental Chemistry B.Venkateswarlu -Kalayani Publisher 2000.
- 8- Water Pollution Causes, Effect and Control PK.GOEL New age International limited publisher 1997.
- 9-Chemical Principles of Environmental Pollution by Brian John Alloway, David C. Ayres 1997

تم بحمد الله

المحتويات

الموضوع	الصفحة
مقدمة الكتاب	3

الفصل الأول

التلوث البيئي والبتروول

أولاً: البيئة كمفهوم	12
ثانياً: أجزاء البيئة وأقسامها	13
ثالثاً: مفهوم تلوث البيئة	16
رابعاً: حماية البيئة	17
خامساً: تصنيف الملوثات البيئية	19
سادساً: أنواع التلوث	28
سابعاً: التلوث البتروولي للهواء	30
ثامناً: التلوث البتروولي للماء	31
تاسعاً: التلوث البتروولي للتربة	34

الفصل الثاني

الملوثات البترولية

- 39 أولاً: الملوثات البترولية
39 ثانيًا: اولا الملوثات البترولية الغازية
53 ثالثًا: الملوثات البترولية السائلة
54 رابعًا: الملوثات البترولية الصلبة
55 خامسًا: المخلفات الصلبة والخطرة من عمليات تكرير البترول

الفصل الثالث

التلوث الناتج من مراحل الصناعة البترولية

- 62 أولاً: التلوث الناتج عن استكشاف واستخراج البترول الخام
75 ثانيًا: التلوث الناتج عن إنتاج البترول الخام
77 ثالثًا: التلوث الناتج عن نقل وخبز وتصدير البترول الخام
83 رابعًا: التلوث الناتج عن تكرير البترول الخام
87 خامسًا: التلوث الناتج عن استهلاك المنتجات البترولية
88 سادسًا: التلوث الناتج عن صناعة الغاز

الفصل الرابع

التأثيرات البيئية والصحية للملوثات البترولية

- 93 أولاً: التأثيرات البيئية للملوثات البترولية
107 ثانيًا: التأثيرات الصحية لملوثات الهواء البترولية

- 117 ثالثاً: التأثيرات الصحية لملوثات الماء البترولية
- 120 رابعاً: التأثيرات الصحية لملوثات التربة البترولية
- 121 خامساً: الاخطار الصحية للمقيمين بالقرب من المنشآت البترولية
- 126 سادساً: المخاطر التي يتعرض لها العاملين في صناعة البترول
- 128 سابعاً: الوقاية من مخاطر صناعة البترول

الفصل الخامس

التحكم والسيطرة على الملوثات البترولية

- 134 أولاً: الإجراءات الوقائية لمنع التلوث البترولي
- 136 ثانياً: السيطرة على التلوث البترولي
- 141 ثالثاً: السيطرة على ملوثات الهواء البترولية
- 151 رابعاً: السيطرة على ملوثات الماء البترولية
- 165 خامساً: السيطرة على ملوثات التربة البترولية
- 171 قاموس المصطلحات العلمية
- 184 الملاحق
- 189 المراجع العربية
- 190 المراجع الأجنبية

اطلب مجموعة كتب مهارات تطوير الأداء

كيف تكون عضواً فعالاً في مجموعتك؟	1. مهارات العمل الجماعي.
كيف تكون قائداً متميزاً في عملك؟	2. مهارات قيادة الآخرين.
كيف تعمل على ما تريد؟	3. مهارات التفاوض.
كيف تكون فريق عمل؟	4. مهارات بناء الفريق.
كيف تدبر وقتك بكفاءة؟	5. مهارات تنظيم إدارة الوقت.
فن الاستماع والمديح.	6. مهارات الاتصال الفعال.
الالتجارات والمسئوليات والمهام	7. مهارات تقديم الاستشارات.
كيف تكون مبدعاً؟	8. مهارات التفكير والابتكاري الإبداعي.
الأزمة بين الوقاية منها والسيطرة عليها.	9. مهارات إدارة الأزمات.
الطريق إلى التفهم المستمر.	10. مهارات تعليم الكبار.
معايير وتطبيقات الجودة الشاملة في الأداء.	11. مهارات إدارة الأداء.
الالتجارات والمفاهيم الحديثة.	12. مهارات إدارة العلاقات العامة.
التوجيه أثناء العمل.	13. مهارات الإرشاد أثناء الإضراف.
الاستراتيجيات الحديثة في العمل.	14. مهارات التفكير والتخطيط الاستراتيجي.
كيف تستحوذ على انتباه الآخرين؟	15. مهارات العرض والتقديم.
تحليل الموارد البشرية والجماعية.	16. مهارات الاعتماد على النفس.
الإعلام والتدعيم والمهام.	17. مهارات التوعية والإقناع.
كيف تحقق المهنية التطبيقية تعلم المهنة؟	18. مهارات تحديث ونقل المعرفة.
السيطرة والتحكم في الضغوط.	19. مهارات إدارة الضغوط.
المناقشة الجماعية المركزة (F.G.D)	20. مهارات إدارة الحوار.
هل تغزو المسئوليات أم المهام؟	21. مهارات التفويض الفعال.
الصراعات الإدارية وتأثيراتها على الأداء.	22. مهارات إدارة الصراع.
متطلبات التحديث المستمر للسلوك.	23. مهارات السلوك الإنساني.
الإبداع والابتكار في حل المشكلات.	24. مهارات اتخاذ القرار.
أهمية الاجتماعات في إدارة منظمات الأعمال.	25. مهارات إدارة الاجتماعات.
إدارة وبرمجة العقول البشرية.	26. مهارات تشغيل وصيانة العقول.
القراءة في عصر التغيرات التكنولوجية.	27. مهارات القراءة السريعة الفعالة.
كيف نتواصل مع الآخرين؟	28. مهارات البرمجة اللغوية العصبية.
الحروب التنافسية في السياسة والاقتصاد.	29. مهارات إدارة الحرب النفسية.
دور الشفافية والمساءلة والمحاسبة في محاربة الفساد.	30. مهارات مقاومة ومواجهة الفساد.
سلوكيات التعامل والتواصل مع الآخر.	31. مهارات التعامل مع المصعور والآخرين.

أطلب موسوعة التدريب

أحدث المفاهيم والخبرات والتطبيقات

العلمية في مجال التدريب

(أطلبها تصل إليك فوراً)

- 1- التدريب، الأسس والمبادئ.
- 2- دراسة الاحتياجات والتخطيط وللتدريب.
- 3- المعينات السمعية والبصرية.
- 4- أساليب المشاركة الفعالة في التدريب.
- 5- تصميم وإعداد المناهج التدريبية.
- 6- إنتاج وكتابة المواد التدريبية.
- 7- الإشراف على التدريب.
- 8- إدارة وحدات ومراكز التدريب.
- 9- مهارات التدريب أثناء العمل.
- 10- متابعة وتقييم التدريب.
- 11- إدارة الجودة الشاملة في التعليم والتدريب.
- 12- مهارات المدرب الفعال.
- 13- تسويق التدريب.
- 14- التدريب بين النظرية والتطبيق.

سلسلة تطوير الأداء التربوي

1. مهارات التعلم السريع.
2. مهارات إدارة الأزمات التربوية.
3. مهارات إدارة الفصول الدراسية.

سلسلة الهندسة الإدارية

- 1- إدارة التكنولوجيا.
- 2- الهندسة القيمة.
- 3- إدارة المشروعات الصغيرة.
- 4- إدارة الإنتاجية (إنتاجية العمالة في صناعة الخدمات).

مجموعة العلوم البيئية

- 1- الحفاظ على البيئة يبدأ من المنزل (مترجم).
- 2- إدارة وحماية البيئة.

سلسلة تطوير الأداء الاجتماعي

- 1- ميادين علم الاجتماع والاجتماع الريفي.
- 2- مهارات البحث السريع بالمشاركة.
- 3- بناء القدرات.
- 4- التسويق الاجتماعي.

سلسلة تطوير الأداء البيعي

- 1- مهارات البيع.
- 2- استراتيجيات خدمة العملاء.
- 3- إدارة الموارد البشرية في مجال البيع.
- 4- المهارات التسويقية.

موسوعة تنمية الموارد البشرية

- 1- الاتجاهات الحديثة في إدارة الموارد البشرية.
- 2- الإطار القانوني والتنظيمي للموارد البشرية.
- 3- المسار الوظيفي والأداء والجدارة والأجور.
- 4- إدارة الجودة الشاملة ومقاييس الأداء.

سلسلة الجودة

- 1- أسس ومبادئ الجودة.
- 2- الجودة في خدمة العميل.
- 3- الجودة في التعليم.
- 4- الجودة في التدريب.
- 5- نظم الجودة في المختبرات.
- 6- الجودة في الإرشاد.

الملفات التدريبية

- 1- تنمية المرأة والنوع الاجتماعي.
- 2- الدعوة.
- 3- رفع القدرات المؤسسية للجمعيات الأهلية.
- 4- تطوير الشراكة والتداخل عبر الشبكات.
- 5- الحكم الداخلي.
- 6- كتابة مقترحات التمويل.
- 7- دليل مهارات العمل مع المتطوعين.
- 8- دليل كتابة التقارير.

موسوعة الإدارة

1- الإدارة الحديثة.

سلسلة التعاونيات

1- إدارة الموارد البشرية في التعاونيات.

سلسلة كتب الذكاء وإدارة الأداء

1- الذكاء الاجتماعي والعاطفي.

2- الذكاء الروحي.

3- الذكاء السياسي.

4- ذكاء الأعمال.

5- الذكاء الاصطناعي.

6- الذكاء الابتكاري.

الذكاء الاجتماعي والحياة

- 1- الذكاء الاجتماعي وإدارة العلاقات الزوجية.
- 2- الذكاء الاجتماعي والعلاقات الأسرية.
- 3- الذكاء الاجتماعي والصحة النفسية للإنسان.
- 4- الذكاء الاجتماعي وقبول الآخر (التنوع) ورفض التعصب.

نبذة عن كتاب

أصبحت البشرية تعتمد على البترول ومشتقاته في سبيل الحياة حتى في توفير الغذاء مما جلب مع هذا التغير مخاطر كثيرة تهدد صحة الإنسان والبيئة ومصادر الحياة (الماء، الهواء، التربة) بفعل تعمق مخاطر تلوث البيئة نتيجة الاستخدام المفرط لمصادر الطاقة ومنها البترول.

فالبترول له تأثير ملحوظ على الإنسان من الناحية البيئية والاجتماعية والصحية، وذلك من الحوادث والنشاطات الروتينية التي تصاحب استخراج وإنتاجه ونقله وتشغيله واستهلاكه. مما يستلزم منا العمل على الإقلال من التأثيرات البيئية والصحية لصناعة البترول، وهذا يتأتى بالفهم العميق لطبيعة التلوث البيئي بالبترول والمنتجات البترولية خلال مراحل هذه الصناعة الهامة بدءاً من استخراج ومروا بتكريره وتصنيعه ونقله وانتهاء باستهلاكه.

ومن هنا كان الدافع من أعداد هذا الكتاب وهو اعطاء صورة علمية وعملية واضحة لمخاطر التلوث البترولي والمخاطر البيئية والصحية لصناعة البترول. معطياً امثلة تطبيقية للتحكم والسيطرة علي هذا التلوث وطرق واساليب مكافحته والحد من مخاطره.

ونرجو من الله عزوجل ان يجد العاملين في قطاع البترول وحماية البيئة من مهندسين وكيميائيين وفنيين ومشغلين ما يعينهم على بيئتهم نظيفة امنة وان يكون عوناً لهم في تجنب المخاطر البيئية المتعلقة بهذه الصناعة.

كما اتمني ان يجدوا في هذا الكتاب ما يمكنهم من الاجتهاد لرفع مستوي مشاريع حماية البيئة داخل البترولية في مصر والعالم العربي.

